

**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 | v |
| Зургийн жагсаалт | vi |
| 1 Ерөнхий хэсэг | 1 |
| 1.1 Удиртгал | 1 |
| 1.2 Зорилго | 1 |
| 1.3 Зорилт | 2 |
| 2 Онолын хэсэг | 3 |
| 2.1 Дүрс таних технологиуд | 3 |
| 2.2 Open CV | 6 |
| 2.2.1 OpenCV үүсэл хөгжил | 6 |
| 2.2.2 OpenCV гэж юу вэ? | 6 |
| 2.2.3 OpenCV бүтэц | 10 |
| 2.2.4 Өнцөг, булан илрүүлэх | 11 |
| 2.2.5 Ирмэг илрүүлэлт | 11 |
| 2.3 Текст таних OCR сан | 12 |
| 2.3.1 Үндсэндээ OCR-ыг текст таних байдлаар хоёр ангилна: | 13 |
| 2.3.2 Үг илрүүлэлт | 15 |
| 2.3.3 Дүрс танилтын алгоритмын ажиллагаа | 15 |
| 2.3.3.1 Мөр олох | 15 |
| 2.3.3.2 Үг таних | 15 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 2.3.3.3 | Нийлсэн тэмдэгтүүдийг салгах | 15 |
| 2.3.3.4 | Тасарсан тэмдэгтүүдийг нийлүүлэх | 16 |
| 2.3.4 | Текст таних техникүүд | 16 |
| 2.3.4.1 | Pre-processing | 16 |
| 2.3.5 | Давуу болон сул тал | 17 |
| 2.3.6 | OCR ашигладаг програм | 17 |
| 2.4 | Тестийн шалгалтын төрөл | 18 |
| 2.4.1 | Стандартчилсан тест | 18 |
| 2.4.2 | Стандартчилагдаагүй тест | 19 |
| 2.4.3 | Тестийн төрөл | 19 |
| 2.5 | Зураг боловсруулалт | 19 |
| 2.5.1 | Босгочлол | 19 |
| 2.5.2 | Хайлтын хүснэгт | 20 |
| 2.5.3 | Гистограм | 21 |
| 2.5.4 | Виола, Жонс нарын энгийн дүрсний цуваагаар биет илрүүлэх арга | 22 |
| 2.5.4.1 | Онцлог шинж чанарууд | 23 |
| 2.5.5 | Онцлог цэгүүдийг илрүүлэх аргууд | 24 |
| 2.5.6 | Онцлог илтгэгч илрүүлэх аргууд | 24 |
| 2.5.7 | Integral Image буюу бүхэл дүрслэл | 26 |
| 3 | Судалгааны хэсэг | 28 |
| 3.1 | Компьютерийн хараа (computer vision) | 28 |
| 3.1.1 | Real time процесс Андроид үйлдлийн системд | 30 |
| 3.2 | Тест засах програм (OMR) | 30 |
| 3.2.1 | Түүх | 32 |
| 3.2.2 | Хэрэглээ | 33 |
| 3.2.3 | Төрлүүд | 34 |
| 3.2.3.1 | Тавигдах шаардлага/боломжууд | 34 |
| 3.2.4 | Давуу тал | 35 |
| 3.2.5 | Сул тал | 35 |
| 3.3 | OMR ашигласан технологүүд | 36 |
| 3.3.1 | Mobile Based Auto Grading of Answersheets | 36 |

| | | |
|---------|--|----|
| 3.3.2 | APPERSON DATALINK 3000 OMR SCANNER | 37 |
| 3.4 | Хөгжүүлэх технологиуд | 38 |
| 3.4.1 | Андройд програм | 38 |
| 3.4.2 | Пайтон хэл | 38 |
| 3.4.3 | Веб хуудас | 39 |
| 3.4.4 | PHP хэл | 39 |
| 3.4.5 | HTML хэл | 40 |
| 3.4.6 | Веб сервер | 40 |
| 3.4.7 | Өгөгдлийн сан | 40 |
| 3.4.8 | Java | 41 |
| 3.4.8.1 | Зориулалт | 42 |
| 4 | Хэрэгжүүлэлтийн хэсэг | 43 |
| 4.1 | OpenCV | 43 |
| 5 | Нэгдсэн дүгнэлт | 46 |
| 6 | Ном зүй | 47 |
| A | Хавсралт | 48 |

Хүснэгтийн жагсаалт

Зургийн жагсаалт

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | OMR технологи | 3 |
| 2.2 | ICR технологи | 3 |
| 2.3 | BCR технологи | 4 |
| 2.4 | OCR технологи | 4 |
| 2.5 | OCR-A технологи | 4 |
| 2.6 | OCR-B технологи | 5 |
| 2.7 | | 5 |
| 2.8 | IDE технологи | 5 |
| 2.9 | Open cv сүүлийн хувилбар | 7 |
| 2.10 | Компьютерийн хараа хэрэглэгэх салбарууд | 8 |
| 2.11 | Компьютер зурагийг таних хэсэг | 9 |
| 2.12 | Хүн болон компьютерийн адилтгал | 9 |
| 2.13 | Хар, саарал өнгөний матриц | 10 |
| 2.14 | OpenCV сангууд | 11 |
| 2.15 | Анхны текст таних машин | 12 |
| 2.16 | Гараар бичсэн текст | 13 |
| 2.17 | Машинаар бичсэн текст | 14 |
| 2.18 | Зургийг босгочилсон байдал | 20 |
| 2.19 | 3 бит хайлтын хүснэгт | 20 |
| 2.20 | Хистограм ашигласан зураг | 21 |
| 2.21 | Виола, Жонс | 22 |
| 2.22 | Энгийн олон өнцөгт | 27 |
| 3.1 | Програмын ажиллагаа | 37 |

| | |
|-----------------------|----|
| 4.1 Жишээ:1 | 44 |
|-----------------------|----|

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

- Ухаалаг утасны системийг realtime болгох
- Дүрс боловсруулалтын Opensv сан судлах
- Тэмдэгт боловсруулалтын OCR сан судлах
- Андроид аппликйешн судлах
- Веб технологи судлах
- Өгөгдлийн сан(MYSQL database)
- Тест засагч андроид аппликйешн бичих
- Системийг нууцлалтай болгох
- Хэрэглэхэд амар хялбар болгох

Бүлэг 2

Онолын хэсэг

2.1 Дүрс таних технологиуд

- **OMR** технологи нь check box-ийг таньдаг үүнд: дарж тэмдэглэсэн, ямар нэгэн байдлаар тодорхойлсон байж болно.



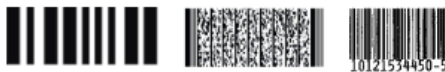
Зураг 2.1: OMR технологи

- **ICR** технологи нь гар бичмэлийг таних боломжийг олгодог. ICR нь Европ болон Америкийн бичгийн хэв маягийг нарийн таньдаг.



Зураг 2.2: ICR технологи

- **BCR** технологи нь бар кодыг танин тэдгээрийн контентийг таних боломжийг олгодог. Бар кодын бүх төрлийн стандартыг таньдаг.



Зураг 2.3: BCR технологи

- **OCR** технологи нь хэвлэгдсэн болон бичсэн текстийг таних боломжийг олгодог. Энэ нь omnifont юм. Omnifont гэдэг нь бараг бүх фонт хэв маяг хэмжээг таних боломжийг олгодог гэсэн үг.



Зураг 2.4: OCR технологи

- **OCR-A** технологи нь шуудангийн хэвлэмэл болон банкны бичгийн кодыг таних боломжийг олгодог.



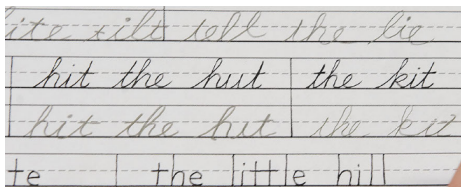
Зураг 2.5: OCR-A технологи

- **OCR-B** энэ технологи нь шуудан болон банкны өмнө нь хэвлэгдсэн кодыг таних боломжийг олгодог.

149124024562<

Зураг 2.6: OCR-B технологи

- **CHR** технологи нь гараар бичсэн бичиг баримтыг таних боломжийг олгодог(том үсэг ороогүй тохиолдолд). Хэдэн жилийн өмнө энэ нь боломжгүй зүйл байсан. Тодорхой бус хэлбэрээр бичсэн, ямар нэгэн тэнцвэргүй байдлаар бичсэн, таталбар гар бичмэл зэргийг автоматаар таньдаг.



Зураг 2.7:

- **IDE** технологи нь хуудасны бүх эсвэл хуудсан дээрх мэдээллийг бүхэлд нь таних боломжтой. Ямар нэгэн бичиг баримтын хэв маяг шинж чанарыг өөрчлөхгүйгээр мэдээллийг танихад хэрэг болно. Үүнд гарын үсэг төсөл зэрэг орно.



Зураг 2.8: IDE технологи

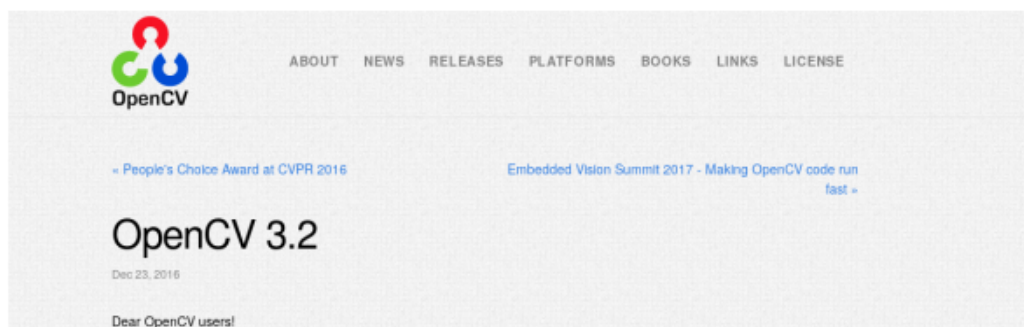
2.2 Open CV

2.2.1 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 сангийн 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.

2.2.2 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



Зураг 2.9: Open cv сүүлийн хувилбар

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.

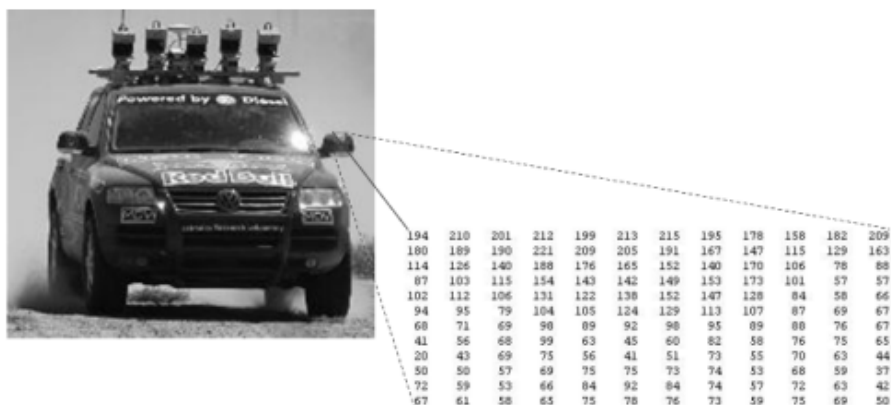
Компьютерын хараа нь математик, алгебр, дүрслэх геометр, оптик физик, магадлалын онол, статистик, загварчлал, хиймэл оюун ухаан, машин сургалт, зураг дүрслэл, програмчлал гэсэн олон шинжлэх ухааны мэдлэг ололт дээр суурилдаг бөгөөд тухайн судлаач эрдэмтдээс эдгээр салбарын чамгүй мэдлэг, ур чадвартай 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 компьюте-

рийн нөөц бололцоог ашиглавал хүний ажлыг хөнгөвчлөх өндөр ач холбогдолтой.



Зураг 2.10: 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.



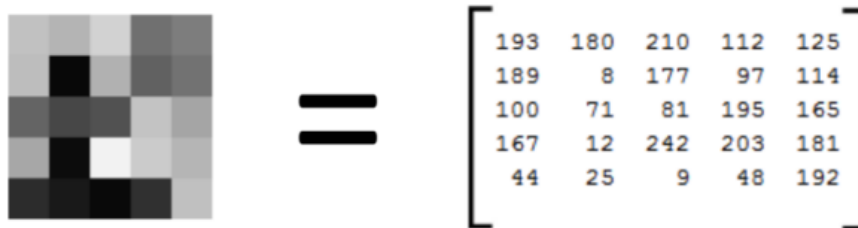
Зураг 2.11: Компьютер зурагийг таних хэсэг

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 2.12: 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.



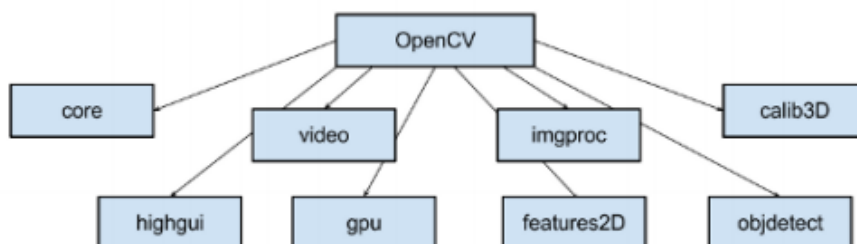
Зураг 2.13: Хар, саарал өнгөний матриц

2.2.3 OpenCV бүтэц

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 2.14: OpenCV сангууд

2.2.4 Өнцөг, булан илрүүлэх

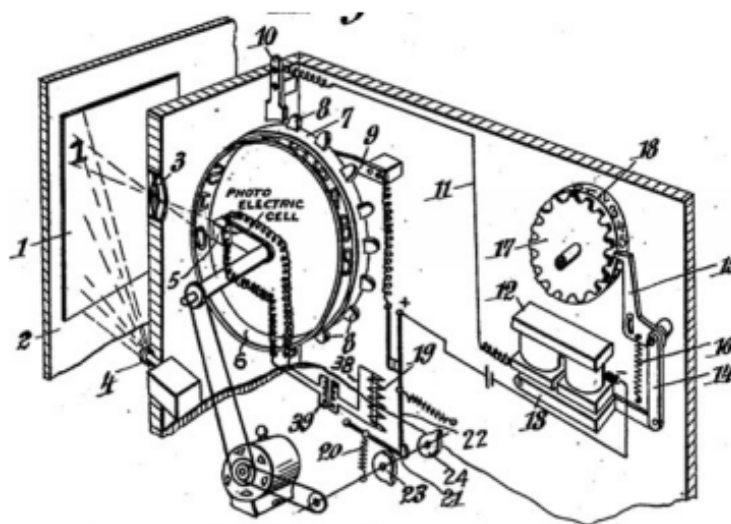
Зураг дээрх өнцөг булангуудыг олж тодорхойлох нь дүрс боловсруулалтын нэг үндсэн суурь үйлдэл ба үүнийг ашиглан хөдөлгөөн илрүүлэх, панарома зургийг залгах, гурван хэмжээст загварчлал хийх, биет таних зэрэг дүрсийн боловсруулалт хийдэг.

2.2.5 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.

2.3 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.

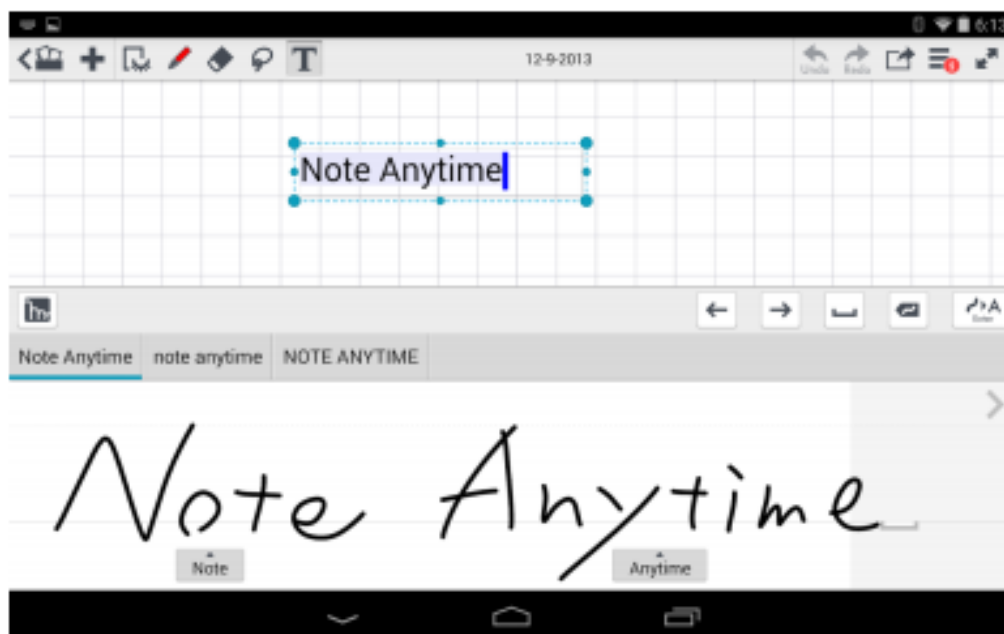


Зураг 2.15: Анхны текст таних машин

OCR санг өнөө үед бичиг баримт, паспортын баримт бичиг, нэхэмжлэх, банкны мэдэгдэл, компьютерын баримт, бизнес карт, мэйл, статистикийн өгөгдөл хэвлэх, эсвэл тохиромжтой бичиг баримтаас мэдээлэл авах хэлбэрээр өргөнөөр ашиглагддаг. Компьютерийн хараа(computer vision), хиймэл оюун ухаанд OCR санг мөн ашиглаж байна.

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 2.16: Гараар бичсэн текст

Машинаар бичигдсэн текстийг таних OCR

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



Зураг 2.17: 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 х-координатад ангилан, 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 уг 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.

2.3.4 Текст таних техникүүд

2.3.4.1 Pre-processing

OCR нь ихэвчлэн "pre-processing"ийн техникүүдийг зургыг илүү сайн танихад ашигладаг. Техникүүд:

- De-skew: Зургыг яг зөв хэмтэй бус сканердсан тохиолдолд цагийн зүүний дагуу эсвэл эсрэг чиглэлд бага зэрэг хазайсан байж болно.
- Despeckle: Толбуудыг арилгаж ирмэгийг тэгшлэнэ.
- Binarisation: Зурагны өнгийг хар цагаан болгож хөрвүүлэх. Үүнийг хоёр л өнгөнөөс бүтдэг учир хоёртын зураг гэж нэрлэж болно. Энэхүү арга нь текстийг дэвсгэрээс /background/ нь ялгаж авах хамгын энгийн арга юм.
- Line removal: Глиффийн бус мөр болон хайрцагыг /box/ цэвэрлэх.
- Layout analysis or zoning: Багана, догол мөр, тайлбар зэргийг ялгах блодуудыг тодорхойлно. Янз бүрийн баганын байршил хүснэгтүүдийг танихад илүү хэрэг болно.
- Мөр ба үгийн илрүүлэлт: Үг, тэмдэгтийн суурь хэлбэрийг тогтоож, шаардлагатай бол үгсийг салгана.
- Скриптийг таних: Олон хэл дээрхи баримт бичигт скрипт нь үгийн түвшинд өөрчлөгдөж болох тул скриптийг таних шаардлагатай байдаг.

- Тэмдэгт тусгаарлах буюу "сегментчилэх": Тэмдэгтийн OCR-ийн хувьд холбогдсон олон тэмдэгтийг салгаж таних ёстой байдаг.

2.3.5 Давуу болон сул тал

Давуу тал:

- Маш их хэмжээний текстийг нэг удаа оруулахад өртөг багатай.
- Маш их хэмжээний текстийг оруулахад хамгийн хурдан
- Сүүлийн гарсан OCR ашигладаг програм хангамжууд нь хүснэгт үүсгэх боломжтой

Сул тал:

- 100 хувь үнэн биш ажиллагааны явцад алдаа гарах магадлалтай
- Алдаа гарсан эсэхийг шалгахын тулд бүх баримтыг эхнээс нь нарийн шалгаж үзэх хэрэг гарна
- Эх баримт нь гаргац муутай гар бичмэл байвал алдаа их хэмжээгээр гарна
- Бага хэмжээний текстийг уншихад их хэмжээний өгөгдөл уншсантай ялгаагүй өртөгтэй
- Их хэмжээний өгөгдөл олон удаа оруулахад өртөг нь эсрэгээр маш их болно

2.3.6 OCR ашигладаг програм

- **PDF сканер:** Document Scan + OCR (Android хэрэглэгчид / үнэгүй): OCR санг ашигладаг програмуудын хамгийн түгээмэл нь PDF сканер юм. Андроид хэрэглэгчдэд зориулсан програм нь зураг болон PDF файлуудыг импортолж хувийн гарын үсгийг баримт бичигт нэмэх боломжийг олгодог. Хэдийгээр энэ нь үнэгүй програм боловч сканердаж болох баримтуудын тоог хязгаарладаггүй.
- **ONLINE OCR** (Desktop / Үнэгүй): Хэрэглэхэд хамгийн хялбар. Free online OCR нь Итали Португали Испани Япон Хятад зэрэг 46 хэлийг дэмждэг. PDF RTF Excel баримт болон файлын хэмжээг 100мб хүртэл өөрчлөх боломжтой.

- **OmniPage стандарт 18** (Desktop / үнэ £ 54.99): Хамгийн сүүлд "Алтан шагналын эзэн" шагналыг авсан бөгөөд topreviews.com сайтаас гаргасан жагсаалтад OCR сан ашигладаг програмуудаас тэргүүн байранд жагсаасан. Хэдийгээр үнэ ихтэй боловч хамгийн сайн OCR ашигласан програм хангамж юм. PDF бичиг баримтуудыг цахим файлд дахин боловсруулах, шинэ файл бүрийн өнгө загвар фонтыг хүлээж авах чадвартай.
- **Office Lens** (Гар утсанд / Үнэгүй): Microsoft-ийн хөгжүүлсэн Office Lens бол өөр хөдөлгөөнт OCR юм. Office Lens нь App Store болон Google Play-ээс татаж авах боломжтой. Зурган дээр сканердсаны дараа OneNote, OneDrive, эсвэл төхөөрөмж дээрээ хадгалж болно. Энэ нь таны хэвлэсэн баримт бичиг, бизнесийн карт, зурагт хуудасны тоон хуулбарыг хийж, тэдгээрийг засах боломжтой. Зургийг бэхжүүлэх, зургийг автоматаар өргөжүүлэх боломжтой зэрэг нь Office Lens-ийг алдартай болгосон.
- **Google Docs**: Google Drive-д бүтээгдсэн Google Docs нь OCR-ийг ашигладаг. Зургийн сканер нь гэрэлтүүлэгтэй өнгөний хоорондох ялгааг тодруулдаг. Зургуудыг дангаар нь jpg, png, gif зэрэг өргөтгөлтэй файл эсвэл нэгтгэж PDF баримтаар боловсруулж болдог. Мөн Филиппин, Финлянд, Иордан, Zulu зэрэг хэд хэдэн хэлийг дэмждэг.

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.

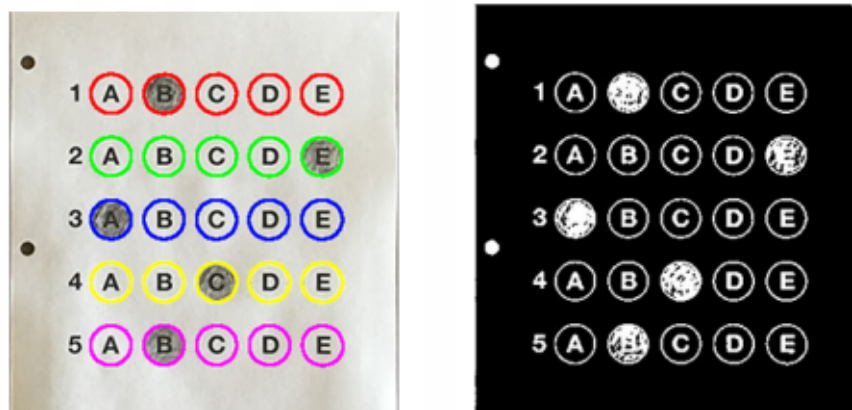
2.4.3 Тестийн төрөл

- 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

2.5 Зураг боловсруулалт

2.5.1 Босгочлол

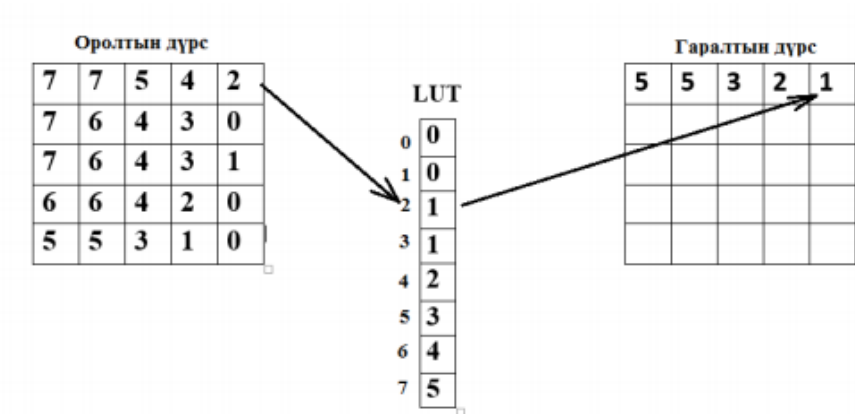
Зургийн өнцгүүдийг системийн үндсэн үйлдлүүдийн гүйцэтгэхэд ямар нэг саад, бэрхшээл учруулахгүйгээр тодорхой босго утгаас дээш өнгийг цагаан, доош өнгийг хар утгуудаар солихыг зургийн босгочлол гэж ойлгож болно. Босгочлолд ихэвчлэн хэрэггүй мэдээлэл агуулж буй хогоос салгах болон хэрэгтэй биетийг тодруулахад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



Зураг 2.18: Зургийг босгочилсон байдал

2.5.2 Хайлтын хүснэгт

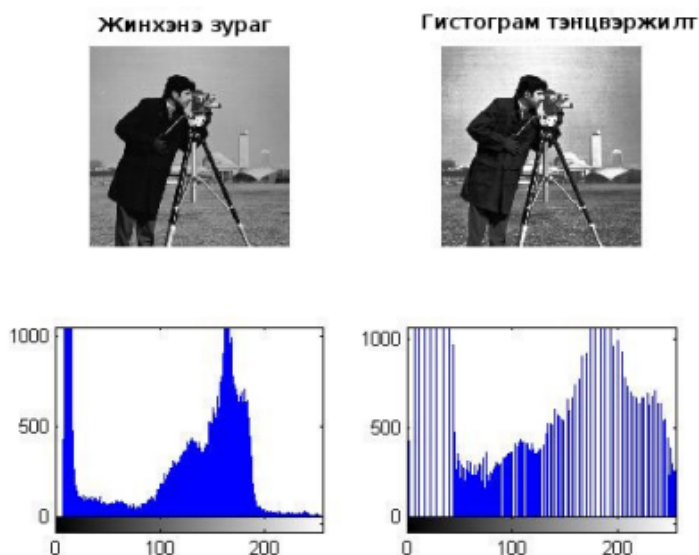
Зураг боловсруулалтанд хайлтын хүснэгтийг нилээд хэрэгжүүлдэг. Хайлтын хүснэгтийг LUT – (Look-up table) гэж нэрлэдэг. Хайлтын хүснэгт нь зурагны цэгүүдийн утгыг (өнгөнүүдийг) солих утгуудыг агуулсан хүснэгт юм. Хайлтын хүснэгтийн тооцооллыг хялбарчилхын тулд доорх жишээнд ажиллагааг харууллаа.



Зураг 2.19: 3 бит хайлтын хүснэгт

2.5.3 Гистограм

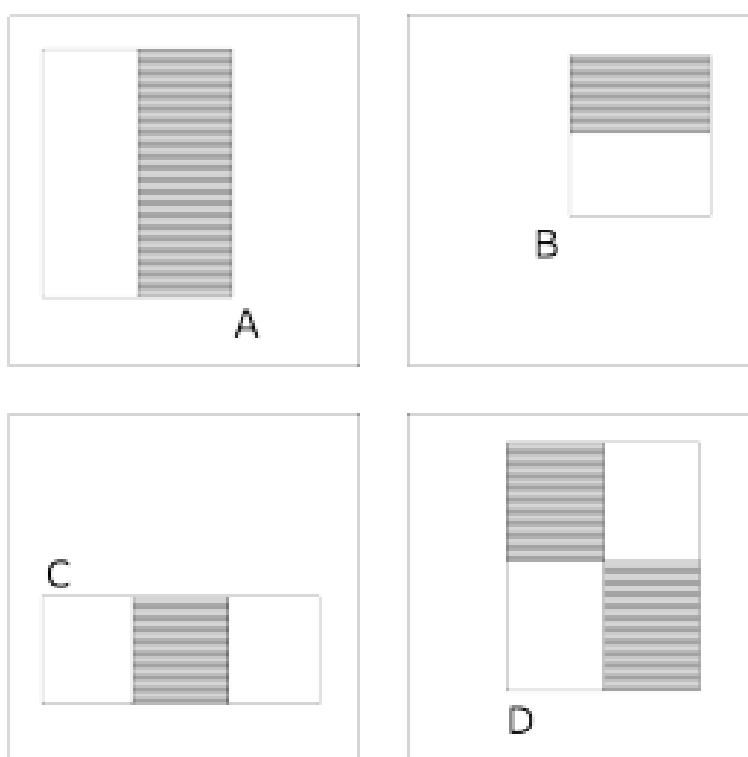
Зураг нь ялгаатай утга (өнгө) цэгүүдийн нэгдэл юм. Цэгүүдийн утгын тархалт нь зургийн чухал шинж чанар болдог. Гистограммыг n өнгөний утгатай пикселүүд зурганд хэд байгааг агуулсан энгийн хүснэгт гэж ойлгож болно. Гистограммыг графикаар дүрсэлж харуулдаг. Зургууд нь өөр хоорондоо ялгаатай утгуудтай цэгүүдээс бүрддэг. 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 2.20: Хистограм ашигласан зураг

2.5.4 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 2.21: Виола, Жонс

2.5.4.1 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.

2.5.5 Онцлог цэгүүдийг илрүүлэх аргууд

Онцлог цэгүүдийг илрүүлэлт нь зурган мэдээлэл боловсруулах доод түвшний боловсруулалт бөгөөд хамгийн түрүүнд хийгдэх 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 |

2.5.6 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 |

2.5.7 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)

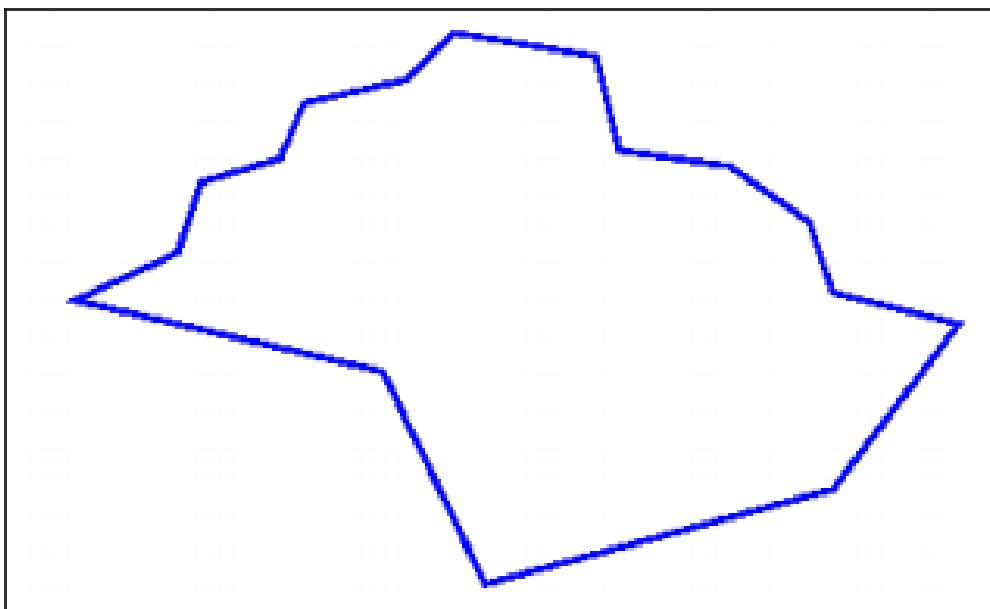
- “голын” оройг аваад “арын” оройн өмнө байрлах оройд байрлуулна.
- “голын” байсан орой болон холбоотой хэрчмийг үлдээнэ(салаана).
- “голын”-г “арынх”, “арын”-г “голын” болгож тус тус нэрийг өөрчилнө.

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 2.22: Энгийн олон өнцөгт

Бүлэг 3

Судалгааны хэсэг

3.1 Компьютерийн хараа (computer vision)

Компьютерын хараа бол зогсолтгүй хөгжсөөр байгаа зургийг таних анализ хийх өөрчлөх боломжтой өндөр төвшний компьютерын салбар юм. Энэ нь камерын урд яг юу болж байгаагаар роботыг удирдах эсвэл хүмүүст камераар авсан зургаас мэдээлэл олж өгөхөд тусалдаг. Компьютерын хараа технологид хэрэглээний газар видео таних, биометрик, автомашин, гэрэл зураг, кино үйлдвэрлэл, веб хайлт, анагаах ухаан, шинэ хэрэглэгчийн интерфэйсүүд болон бусад зүйлсийг багтаадаг. Орчин үеийн камерууд хүний нүүрэнд фокусоо тааруулж инээмсэглэх гуниглах зэрэг сэтгэл хөдлөлийг нь ялгадаг болсон. Бичиг баримттай ажиллаж тест засдаг олон нийтийн газрын видео камераар аюулгүй байдлыг хянадаг автомашинуудад зогсоолын мэдээллийг өгөх эсвэл хөдөлгөөнд орж байхад сэрэмжлүүлэх зургаас хүн таних зэрэг маш их боломжийг олгодог. Утасны програмаар зургаас бичиг баримт авах тест засах QR кодыг таних унших интернетээр мэдээлэл авах зэрэг боломжуудыг олгодог. Компьютерын хараа нь хүний инээмсэглэлийг таних зэрэг онцгой өвөрмөц зүйлийг хийж чаддаг учир хүчирхэг алгоритм шаарддаг мөн өртөг өндөртэй. Алгоритмын хамгийн том шалгуур нь хурд юм. Алгоритм нь 30-40 миллисекунд байхаар хийгдэх ёстой байдаг.

Opencv

3н сая гаруй татагдсан Opencv-гийн функц ууд нь хүний нүүр илрүүлэх, явган зорчигчийг илрүүлэх, зургаас дүрс таних зэрэг өндөр төвшний хүчин чадал шаардсан ажлыг хийж чаддаг. 2010 онд Opencv-д GPU хурдасгуур шинээр нэмэгдсэн. GPU бол Opencv-гийн чухал хэсэг бөгөөд хурдацтай хөгжсөөр ирсэн. GPU модуль нь хэрэглэгч-

3.1. КОМПЬЮТЕРИЙН ХАРАА (COMPUTER VISION) 3. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

дэд GPU програмчлал шаардахгүйгээр хэрэглэх боломжийг олгодог. Гэвч хамгийн чухал нь санах ойн модуль юм. OpenCV нь зураг боловсруулдаг cv::Mat контейнерыг хэрэгжүүлдэг энэ нь тухайн зураглуу хандах эрхийг олгодог. GPU модульд cv::gpu::GpuMat гэдэг контейнер нь зургийг өгөгдлийг хадгалдаг бөгөөд тухайн өгөгдлийг шууд задлах боломжгүй. Хэрэв хэрэглэгчид GPU дээр ажиллаж байгаа үндсэн програм нь пикселийн өгөгдлийг өөрчлөхийг хүсвэл эхлээд өгөгдлийг GpuMat-ээ Mat руу хуулах хэрэгтэй.

```
#include <opencv2/opencv.hpp>
#include <opencv2/gpu/gpu.hpp>

using namespace cv;

...

Mat image = imread("file.png");
gpu::GpuMat image_gpu;
image_gpu.upload(image);
gpu::GpuMat result;
gpu::threshold(image_gpu, result, 128, CV_THRESH_BINARY);
result.download(image);
imshow("WindowName", image);
waitKey();
```

Энэхүү жишээнд зургаас файл уншиж дараа нь GPU санах ойд байршуулсан байна. Зургийг босгож үр дүнг нь CPU-гийн санах ойд хадгалж дэлгэцэнд харуулж байна. Энэ жишээнд зураг дээр нэг үйлдэл хийж байгаа боловч хэд хэдэн өөр үйлдлийг GPU дээр хийж болно. Энэ загвар нь CPU болон GPU санах ойн хооронд өгөгдөл хэрхэн шилжихэд тодорхой хяналт тавина. Хэрэглэгч GPU-г ашиглахын тулд зарим нэгэн нэмэлт код бичих шаардлагатай боловч энэ аргаар уян хатан бөгөөд илүү үр дүнтэй тооцооллыг хийх боломжийг олгодог. Энгийн үгээр бол OpenCV-ийн CPU-ийн хэсгийг ашиглан компьютерын санах ойг судлах, хөгжүүлэх, дибаг хийх нь шилдэг санаа юм, дараа нь GPU модуль ашиглан хурдасгах нь зүйтэй. Хөгжүүлэгчид CPU болон GPU прецессийн өөр өөр хослолуудийг оролдож үзэх хэрэгтэй ингэснээр цаг хугацааг хэмнэж дараа нь хамгийн сайн хослолыг сонгоно. Хөгжүүлэгчдэд зориулсан өөр нэг зөвлөгөө бол CUDA болон GPU модулиар хангадаг асинхрон механизмуудыг ашиглах явдал юм. Энэ нь өгөгдөл дамжуулах, GPU боловсруулалт, CPU тооцооллыг нэгэн зэрэг гүйцэтгэх бо-

ломжийг олгодог.

3.1.1 Real time процесс Андроид үйлдлийн системд

IJCTEE хэмээх компьютер техник технологи мөн электроникийн инженерийн олон улсын сэтгүүл real-time дүрс боловсруулах системийг ухаалаг утсанд хэрхэн ашигласан тухай.

Real time процесс нь хоёр груп болгон хуваадаг эдгээр нь OpenCV болон Андроид үүнийг CamTest гэж мөн нэрлэдэг. Нэгдүгээрт OpenCV санд нэгдсэн дизайны орчин буюу IDE байх ёстой. Real time процесийг Андроид үйлдлийн систем дээр хэрэгжүүлэхийн тулд OpenCV-тэй холбогдсон Андроид програм хөгжүүлэх хэрэгсэл болох Android SDK байх ёстой. Бид OpenCV-гийн Imgproc.java класыг зураг боловсруулахад зориулж ашиглаж байгаа. Андроид үйлдлийн системийн хувьд android.hardware.Camera болон android.hardware.Camera.PreviewCallback-аас оруулж ирсэн зургийг зураг боловсруулах алгоритмаар анхны өгөгдлийг боловсруулж авах байдлаар ашигладаг. IJCTEE-гийн гаргасан алгоритм нь эх кодын шийдэлгүйгээр зураг боловсруулах аргийг хэрэглэсэн. CamTest-ийн хувьд стандарт давталтыг YUV-ээс RGB ийн холбоогоор ашигладаг. YUV хар цагаан зурагт хөрвүүлэхэд, зураг босголтод, зураг бүдгэрүүлүүлэлт буюу Гауссын арга хэрэглэсэн зураг, хэрэв видео бичлэг боловсруулах бол шуугиангүй болгох, Лаплас болон Собелийн аргаар ирмэг эргүүлэх зэрэг асуудлыг шийддэг. Эдгээр асуудлуудыг шийдэхийн тулд OpenCV сангаас cvtColor(), threshold(), blur(), GaussianBlur(), medianBlur(), Laplacian() мөн Sobel() зэрэг функцүүд ашигласан. OpenCV нь өгөгдлөө Mat бүтэцэд хадгалж байдаг. Mat бүтэц нь фрэйм дэх пиксель бүрд процесс хийхийн тулд OpenCV зураг процесс функцруу шилждэг. Mat бүтэц нь фрэйм дэх пиксель бүрд процесс хийхийн тулд OpenCV зураг прецессийн функцруу шилждэг.

3.2 Тест засах програм (OMR)

Энэхүү судалгааны ажиллаар өөрийн дипломын ажилд хэрэг болох OMR санг судлах болно.

OMR буюу “Optical Mark Recognition” нь оптик тэмдэг таних буюу монголоор тест таньж унших автомат систем бөгөөд баримт бичигт хүний тэмдэглэсэн зүйлээс мэдээлэл авах процесс юм. Энэ систем нь олон тооны судалгаа, маягт, хүснэгт зэрэг баримт

бичгийг богино хугацаанд унших боломжийг нээдэг. Жишээ нь Элсэлтийн Ерөнхий Шалгалтанд OMR системийг их ашигладаг. Шалгалт өгч буй сурагчдын бөглөсөн хуудсан дээрх тэмдэгтийг програмаар уншиж засдаг.

Олон OMR төхөөрөмжүүд тусгай скайнер хэрэглэдэг. Эдгээр скайнерууд цаасан дээр гэрэл тусгах бөгөөд хир их гэрэл буцан ойж байгааг хэмжих аргаар ажилладаг. Будагдсан эсвэл тэмдэглэгдсэн хэсгүүд харьцангуй бага гэрэл ойлгодог тул цаасны хоосон талбайгаас ялгаж чаддаг.

Харин зарим OMR төхөөрөмжүүд ‘transoptic’ гэх тусгай цаасан дээр тулгуурлан ашиглагддаг. Цаасаар дээр хир их гэрэл дамжиж буйг хэмжиж, тэмдэглэгдсэн хэсгүүдээр бага гэрэл туссан байхыг программаар мэдэрч мэдээлэл авдаг.

OMR хэрэглээний програм нь ширээний компьютероор судалгаа, шалгалт, ирцийн хуудас, хяналтын хуудас, лазер принтерээр хэвлэсэн бусад энгийн цаасан дээр хэвлэгдсэн маягт, гэх мэтийн баримт бичиг, зургийг сканераар боловсруулдаг компьютерын програм юм.

Гравик Корпорацийн (тухайн үед Принципиа Корпораци) 1991 онд гаргасан Ре-марк Оффис OMR 1.0 нь хамгийн түгээмэл байдаг бөгөөд энгийн зургийн сканерийг хэрэглэж болох анхны OMR програм болсон ажээ.

Олон жилийн өмнө OMR системүүд нь зориулалтын сканер болон тусгайлан бэлтгэгдсэн цаас ашигладаг байсан бөгөөд зардал өндөртэй байв. Тусгайлан бэлтгэсэн цаас нь л гэхэд нэг хуудас нь 0.10-0.19 ам.доллар болдог байлаа. Харин OMR програм хангамж нь хэрэглэгчид текст боловсруулах програмаар өөрсдөө загвар, хэлбэрийг нь тодорхойлоод энгийн принтерээр хэвлэх боломжийг олгожээ. Ингэснээр тоо хэмжээнээс нь шалтгаалаад их мөнгө хэмнэдэг байв.

1980-аад оны сүүлээс эхлэн аливаа маягт, хүснэгтийг таньж боловсруулалт хийдэг (Batch Transaction Capture буюу багцаар нь таньж боловсруулалт хийх үйлдэл) олон компаниуд судалгааны маягт хүснэгт боловсруулах үйлчилгээг хэрэглэгчдэд санал болгож эхэлсэн байна. Энэ нь ихэвчлэн хар цагаан дүрс (bitonal) зураг болон пикселийг тоолох, хамгийн бага болон их пикселийн тоонд тулгуурлан зургийн гадна талын шаардлагагүй зураас, тэмдэгтийг устгахад чиглэсэн байдаг. Жишээ нь бохир баллуураар баллуурдсан хэсэг нь хар цагаан зураг руу хувиргах явцад дангаараа зураг шиг харагдах тохиолдол бий. Энэ тохиолдолд хэрэглэгч өөр зориулалтаар зургийг ашиглах болоход бэрхшээл учруулах учраас зарим бүтээгдэхүүнүүд аливаа тэмдэгтийг илүү

сайн таньж тодорхойлохын тулд саарал өнгийн суурийг ашиглаж эхэлсэн байна. До-тоод хэрэглээнд скантрон ба NCS сканнерууд саарал өнгийн суурийг ашигладаг.

OMR хэрэглээний програм нь фолдероор нь татан оруулж болдог төхөөрөмжийг ашиглан аливаа баримт бичгийг скандаж и-мэйлээр илгээх боломжтой болгохын тулд OMR тэмдэгтийг нэмж ашигладаг байна. OMR программын нэг жишээ нь Их Брита-нийн хөгжүүлэгч Funasset Limited –ын ашигладаг Mail Markup юм. Энэхүү программ нь хэрэглэгч өөрөө тохируулга хийж OMR дарааллыг сонгох боломжийг олгодог, ингэс-ний дараа нь хэвлэхээсээ өмнө баримт бичгүүдэд OMR тэмдгүүдийг таниулж и-мэйлээр илгээдэг болсон байна.

3.2.1 Түүх

Оптик тэмдэг таних буюу тест засахад ашигладаг автомат систем нь урьдчилан тогтоо-сон байрлалд тэмдэг байгаа эсэхийг илрүүлэхийн тулд цаасан дээр скан хийх арга юм. (OMR) нь бусад хэд хэдэн технологиос хувьсан өөрчлөгдөж хөгжсөн байдаг. 19, 20-р зууны эхэн үед хараагүй хүмүүст туслалцаа үзүүлдэг төхөөрөмжүүдэд патент олгодог байсан.

OMR-ыг одоогоор мэдээлэл оруулах төхөөрөмжөөр ашигладаг. OMR-ийн эхний хо-ёр хувилбар нь цаасан скотч болон цоолтуурын карт байсан ба харандаа багтах нүхний хэмжээтэй цоолсон нүхийг ашигладаг байв. Цаасан скотч нь 1857 онд цахилгаан шуу-данд мэдээлэл оруулах төхөөрөмжөөр, цоолтуурын карт нь 1890 онд бүтээгдэж ком-пьютерт мэдээлэл оруулах төхөөрөмжөөр тус тус ашиглагдаж байв. 1970-аад оны эхээр хувийн компьютер гарч ирснээр хүмүүс цоолтуурын картыг ашиглахаас ихээр тат-галзаж эхлэв. Шинэ үеийн OMR-ийн тусламжтайгаар харандааны хэмжээтэй нүхийг танихад оптик сканерыг ашиглах болжээ.

Анхны тэмдэг мэдрэгч төхөөрөмж нь IBM 805 гэх тест засагч төхөөрөмж байсан юм. Энэ нь цаасыг сканердаж байгаа хос утсан сойзоор графикт балны үзүүрт яваг-даж буй цахилгаан дамжуулалтыг хэмжин тэмдэгтээ таньдаг байв. 1930-аад оны үеэр Ричард Вуарен шалгалтын материал засахад оптик мэдрэгч системийг ашиглах тур-шилт хийсэн байна. Анхны амжилттай оптик мэдрэгчийн туршилтыг Эвэрет Франклин Линдквист улам боловсронгуй болгосон бөгөөд энэ нь АНУ-ийн Патент 3050248 (1955 онд хадгалагдаж, 1962 онд олгосон) -аар баталгаажсан байдаг. Линдквист цөөнгүй удаа стандарт боловсролын шалгалтыг зохион байгуулж, мөн тэр үеийн IBM 805-аас илүү

тест засах төхөөрөмж хэрэгтэй байгааг ойлгуулжээ. Линдквистийн патентыг Хэмжил зүйн судалгааны төв 1968 он хүртэл эзэмшинэ байгаад удалгүй Аивуа мужын Их Сургууль энэхүү үйл ажиллагааг Вестхаус корпорацад худалдаалжээ.

Мөн энэ хугацаанд IBM ч бас оптик мэдрэгчтэй тест засагч төхөөрөмжийг амжилттай бүтээж хэрэгжүүлжээ. IBM үүнийгээ 1962 онд IBM 1230 оптик уншигч гэсэн нэртэйгээр олны хүртээл болгожээ. Үүнтэй холбоотой хэд хэдэн төхөөрөмжүүд нь IBM-ийн шинэ оптик технологийн төвшинд авчрах олон төрлийн програм шилжүүлэлтийн үүд хаалгыг нээж өгсөн юм. Энэхүү програмууд олон төрлийн бараа материалын зохицуулалт ба асуудлыг тайлагнах функцийг хүртэл багтаасан ажээ.

Ихэнх компаниуд үйлчилгээ үзүүлэхдээ сканер дээр төвлөрч байхад Скантрон Корпорац өөрөөр үйл ажиллагаагаа явуулсан, хямд үнээр сканераа сургуулиудад зараад, шалгалтын маягт цаасыг худалдаалснаар ашиг олж үйл ажиллагаагаа явуулж байв. Үүний үр дүнд хүмүүс бүх төрлийн шаблон хэлбэртэй маягт (оптикийн мэдрэмжтэй ч, мэдрэмжгүй ч) цаасыг скантрон маягт гэдэг болов. Скантрон 1972 онд М.Ф Ворлдвайд (MFW) гэх компаний охин-компани болон байгуулагдсан бөгөөд боловсролын байгууллагууд, бизнес эрхлэгчид, засгийн газарт шинжилгээ, үнэлгээний тогтолцоо, үйлчилгээ, мэдээлэл цуглуулах, янз бүрийн дүн шинжилгээ хийх үйлчилгээ үзүүлдэг.

Мөн 1983 онд Вестингтон Лернинг корпорац байгууллага Нешинал Компьютер Системийн өмч болж, 2000 онд хоёулаа Пийрсон Эдюкешинд нэгдсэнээр OMR технологи дээр суурилагдсан Пийрсон Дата Менежмент гэх нэгдэл зохион байгуулагдсан.

OMR систем нь доор өгүүлснээр маш өргөн хэрэглээтэй байдаг. Бараа материалын системд OMR ашиглах нь цоолтуурын карт, баар код хоорондох шилжилтийн үе байсан бөгөөд одоо энэ зорилгоор их ашиглагдахаа больсон байна. Харин судалгаа, шинжилгээний зориулалтаар маш өргөнөөр хэрэглэгдсээр байгаа юм

OMR-ийн хэрэглээ зөвхөн сургуулиуд, мэдээлэл цуглуулах агентлагуудаар хязгаарлагддаггүй, бизнесийн болон эрүүл мэндийн олон байгууллагууд тэдний өгөгдөл оруулах үйл явцыг оновчтой бөгөөд оролтын алдааг багасгахын тулд OMR ашигладаг.

3.2.2 Хэрэглээ

OMR-ийн олон хэрэглээтэй байдаг. Дурьдахад:

- Эрдэм шинжилгээний судалгааны явцад

- Олон нийтийн судалгаа
- Шалгалт, үнэлгээ
- Санал хүсэлт
- Мэдээллийн сан үүсгэх
- Бүтээгдэхүүний үнэлгээ, дүгнэлт
- Гишүүнчлэл захиалгын маягт
- Сугалаа, сонгууль
- Орон сууцны зээл, банк, даатгалын бүртгэл
- Газар зүйн байршлын код

3.2.3 Төрлүүд

OMR-ийн форматыг хэрэглэгч өөрөө тохируулах боломжтой олон төрөлтэй байдаг:

- Олон сонголттой: (А, В, С; 1, 2, 3; гэх мэт)
- Грид загвар: мөр
- Нэмэх: бүх хариултыг нэмээд нэг л утга гаргах
- Бүүлеан: тийм эсвэл үгүй гэх мэт

3.2.3.1 Тавигдах шаардлага/боломжууд

Урьд нь ч одоо ч зарим OMR систем нь тусгай цаас, тусгай бэх, тусгай уншигч (Bergeron, 1998) шаарддаг. Энэ нь тухайн системийн талаар гарч болзошгүй олон асуудлыг хязгаарладгийн зэрэгцээ маягт хүснэгтийг таньж унших явц төдийлөн их ялгаатай байдаггүй. OMR-ын боловсруулалтанд хийгдсэн ахиц дэвшлийн үр дүнд өнөөдөр хэрэглэгч өөрийн гэсэн маягтыг бий болгож хэвлэх, мэдээллийг уншихын тулд сканер (баримт бичгийг өөрөө татаж унших хэрэгсэлтэй байвал зохино) ашиглах гэх мэт боломжтой болжээ. Өгөгдөл мэдээллийг хялбархан шивж оруулахын зэрэгцээ хэрэглэгч өөрийн хэрэгцээ шаардлагад нийцүүлэн асуултуудын форматыг цэгцлэх боломжтой болсон байна. OMR системийн арга нь 100 хувь үнэн зөв мэдээллийг хөрвүүлэх бөгөөд тэмдэгтийг

танихад дунджаар 5-хан миллисекунд зарцуулна. Хэрэглэгч тэмдэгтийн бүсэд дөрвөлжин, дугуй, зууван, олон талт дүрс ашиглаж болно. Түүнчлэн уг программ нь зөв гэсэн тэмдэглэгээ, дарж тэмдэглэсэн зүйл болон бодол санааг тэмдэглэх дүрсийг таних тохируулгатай. OMR-ыг хувийн хэрэгцээнд ч ашиглах боломжтой. Фото зураг хэвлэдэг “All-in-one” хэвлэгч худалдаанд бий. Хэрэглэгч индекс хуудсан дээр цаасны хэмжээ болон цаас сонгох хэсгийг хүссэн хэрэгцээгээрээ бөглөж дүүргэж хэвлэх боломжтой гэсэн үг. Цаасны хэмжээгээр зургийг эвлүүлж тавиад сканераар сканердаад зургийг хэвлэх боломжтой бөгөөд энэ тохиолдолд тэмдэгтүүдийг хэрэглэгчийн зааснаар хэвлэдэг.

3.2.4 Давуу тал

OMR-ийг ашиглах хамгийн том давуу тал бичиг баримтыг өгөгдөл болгох хурд юм. OMR сангүй бол хүн бичиг баримтыг уншиж компьютерт шивэх маягаар өгөгдөл болгон оруулдаг энэ олон асуудал дагуулах юм. Энэхүү өгөгдөл болгон оруулахад хүн санамсаргүй болон санаатай алдаа гаргах мөн маш уддаг. Харин OMR нь энэхүү асуудлыг хүнээс хэд дахин буюу хүний гүйлгэж харах хурдтай тэнцэхүйц болгосонд хамгийн том давуу тал нь оршино.

Дараачийн нэг том давуу тал нь нарийвчлал юм. Хүний хийдэг физик ажлыг илүү хурдан болгосноос гадна илүү найдвартай нарийвчлалтай болгосон юм. Физик байдлаар энэхүү ажлыг хийж байгаа хүн нэг бичиг баримтыг хараад буцаад компьютер ийн дэлгэцийг хараад буцаад бичиг баримтыг хархад алдах магадлал маш их байдаг. Өгөгдөл давхардах мөр алдах эсвэл буруу бичих зэрэг алдааг OMR шийдэж өгөх замаар өгөгдөл оруулах аргыг илүү нарийвчлалтай болгосон байна.

Мөн нэг давуу тал бол зардлыг бууруулах явдал юм. OMR нь баримт бичгийг өгөгдөл болгоход хүний хийдэг хамгийн хэцүү ажлыг автоматжуулснаар ажилчдын тоог бууруулдаг. Мөн ажилчид ч илүү богино хугацаанд ажлыг гүйцэтгэх учир ажлын цалинтай цагийг ч мөн багасгана. Ингэснээр зардал асар их хэмжээгээр буурдаг.

3.2.5 Сул тал

OMR нь зарим сул тал болон бэрхшээлтэй асуудалтай. Хэрвээ хэрэглэгч их хэмжээний текстийг таниулж боловсруулахыг хүсвэл OMR тэдгээр мэдээллийг цуглуулах үйл явцыг төөрөгдүүлэх тохиолдол бий. Түүнчлэн сканердах явцад өгөгдөл алга болох, хуудасны дугаар буруу гарах, хуудасны дугаар гарахгүй байх гэх мэт асуудал нь баримт

бичиг буруу дарааллаар сканердуулахад хүргэх нь бий. Үүний зэрэгцээ хамгаалалтыг зохистой хийхгүй тохиолдолд хуудсыг давхардуулан сканердах, өгөгдөл давхардах, өгөгдлийг хольж хутгах асуудал үүснэ.

OMR-ыг өргөн цар хүрээтэй ашиглах, хэрэглэхэд хялбар зэргийн үр дүнд стандарт шалгалтын материал нь гол төлөв олон сонголттой хариулт бүхий асуултаас бүрдэх нь давамгайлах болсон нь шалгах гэж буй асуудлын агуулга, орчныг өөрчилж байна.

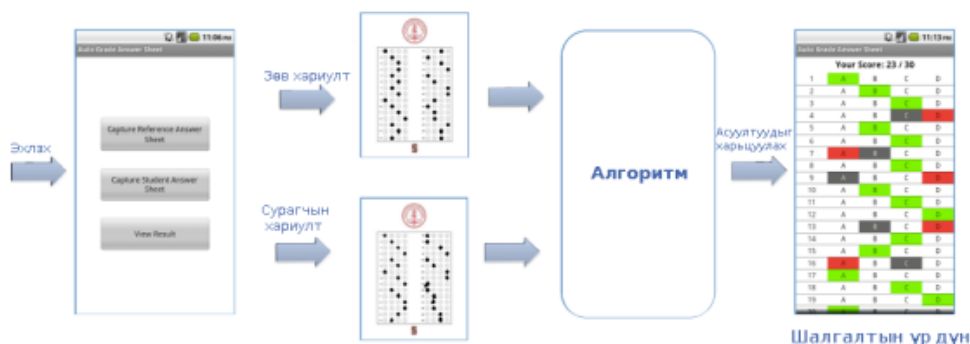
3.3 OMR ашигласан технологүүд

3.3.1 Mobile Based Auto Grading of Answersheets

Энэ компани нь гар утас ашиглан дүнгийн хүснэгт засах автомат програмыг хийхийн тулд дүрс боловсруулах алгоритмийг судалдаг. Олон сонголттой асуултуудыг их дээд сургуулиудад өргөн ашиглагддаг ба оюутнуудын шалгалтыг засдаг. Том байгууллагууд тусгайлан зориулагдсан уншигч төхөөрөмжөөр буюу OMR(Optical mark recognition) програм хангамжтай хосолсон хэлбэрийг ашиглаж олон сонголттой асуултын тестийг шалгадаг. Харин хувийн байгууллага болон багш нар тэр бүр цаг тухайд нь шалгалтаа засаж чаддаггүй болон энэ төхөөрөмжийг авах боломжгүй байдаг. Тиймээс бид гар аргаар шалгалтыг зассанаас төхөөрөмжөөр ямар ч цагт, ямар ч хүн ашиглах боломжтой утасны аппликешинийг санал болгож байна. Эхлээд бид Opensv дүрс боловсруулах алгоритмын хэрэгжилтийн талаар хэлэлцэх ба түүнд тулгамдсан асуудлыг тайлагнах болно. Дараа нь бид андройд утсан дээр юу хийгдсэн тоймыг мэдээллэнэ. Доорх зурганд програмын бүрэн ажиллагааг харуулж байна. Энэ програмын үндсэн цонх нь 3 товчлуурнаас бүрднэ. Эхний товчлуур нь шалгалтын зөв хариултын хүснэгтийн зургийг дарж шалгалт авах хүснэгтэнд гаргаж өгдөг. Хоёр дахь товчлуур нь сурагчын хийсэн шалгалтын хүснэгтийн зургийг дарах товчлуур бөгөөд тэдний хийсэн асуулт тус бүрийг гаргаж өгдөг. Сүүлчийн товчлуур нь 2 зургийг харьцуулан тухайн сурагчын асуулт буруу болон зөв хариултуудыг ялгаж үр дүнгийн хүснэгтэнд харуулдаг.

Алгоритм

Өмнөх хэсэгт үзсэнээр, хариулах хүснэгтийн зургийг авсны дараа, манай үндсэн алгоритм нь зурган дээр хариултын байрлалыг гаргаж өгөх замаар ашиглагддаг. Энэ хэсгийн зорилго нь бидний алгоритмын мэдээллийн дэлгэрэнгүй байдлыг таниулах явдал юм. Манай алгоритм нь үндсэн 2 хэсэгт хуваагддаг. Эхний хэсэг нь зураг бүртгэ-



Зураг 3.1: Програмын ажиллагаа

лийн техникийн аргаар хөрвүүлэх матрицыг тооцоолох болон загвар дүрстэй зургийг өгч харьцуулах замаар хэрэглэдэг. Хоёр дахь хэсэг нь асуултын бөглөх дугуй дүүрэн эсвэл хоосон байгаа эсэхийг хөрвүүлэх матриц бүх хариулах дугуйны пиксел төвлөрсөн болон хар пикселийн тоог тоолох маягаар ашиглагддаг.

3.3.2 APPERSON DATALINK 3000 OMR SCANNER

Шалгалтын хуудсыг богино хугацаанд дүгнэж үр дүнг тооцох нь багшийн ажлыг хөнгөвчлөөд зогсохгүй оюутнуудын сурлагад ч ач холбогдолтой. Хамгийн гол нь ямар ч эргэлзээ байхгүй шударга зарчим энд үйлчлэх болно. Бид та бүхэнд Apperson DataLink 3000 OMR Scanner-ийг танилцуулж байна. Зөвхөн боловсролын байгууллагад гэлтгүй ямар нэгэн санал асуулга явуулахад ч ашиглаж болох энэхүү scanner нь 150 асуулттай 3000 шалгалтын хуудсыг нэг цагийн дотор дүгнэх чадвартай. Жижиг шалгалт, том хэмжээний тооцоолон бодох даалгаврыг ч биелүүлэх чадвартайгаар бүтээгдсэн бөгөөд зориулалтын хариултын хуудсыг ашиглан ямар ч өгөгдөл өгч болох давуу талтай. Зориулалтын цаас нь хямд үнэтэй бөгөөд анхны худалдан авалтад 50 ширхэг дагалдан ирнэ.

Давуу тал

- Smart. Хамгийн өндөр оноо авсан оюутны нэр, ангийн дундаж оноог гаргаж, өсөлт амжилтыг хувиар илэрхийлсэн дүгнэлт гаргадаг.
- Fast. Нэг минутад 65 асуултын хариуг шалгадаг.

- Durable. Сургалтын болон хэсгийн хорооны дүн гаргахад зориулагдсан найдвартай ажиллагаатай.
- Flexible. Apperson-ийн хариултын хуудсыг ашиглан энгийн асуулт хариултаас эхлээд урт хугацааны томоохон шалгалт авч үр дүнг тооцох ухаалаг ажиллагаатай

3.4 Хөгжүүлэх технологиуд

нэхүү тест засах програм хангамж нь үндсэн гурван програмчлалын хэлнээс бүр- дэж байгаа. Үүнд: андройд аппликйешн хийх жава програмчлалын хэл, тестийн шаблон засах пайтон хэл, веб интерфейс хийх php, html хэлнүүдийг тус тус ашиглаж байгаа. Мөн өгөгдлийн сан зохион байгуулах MySQL өгөгдлийн санг ашиглаж байгаа.

3.4.1 Андройд програм

Андройд үйлдлийн системийн апплкейшнүүд нь жава програмчлалын хэлэнд бичигддэг. Андройд SDK tools нь бичсэн кодыг хамт хавсрагдах resource файлууд, өгөгдлүүдтэй хамт хөрвүүлэгдэж .apk өргөтгөлтэй нэгэн файл болдог. Энэхүү файлыг андройд үйлдлийн системтэй утсан дээр аппликйешнээ суулгахад ашиглана. Андройд үйлдлийн систем нь олон хэрэглэгчийн хандалттай Linux систем ба энд аппликйешн болгон тусдаа нэгэн хэрэглэгч байна. Аппликйешн бүр өөрийн гэсэн хийсвэр орчинг үүсгэж ажиллах ба ингэснээр бусад аппликйешнүүдээсээ хамааралгүй ажиллах боломжтой. Андройд аппликйешн нь зөвхөн кодоос бүтэхгүй ба дуу, зураг дүрслэхтэй холбоотой олон зүйлстэй холбогдож ажилладаг. Жишээ нь хөдөлгөөнт зураг, цэс, загвар, өнгө зэргийг resource-д хадгалагдах нь илүү. Ингэж эх кодоос салгаж өгсөн тодорхой хэсэгт шинэчлэл хийхэд давуу талыг олгоно. Таны програмдаа оруулж өгсөн resource бүрт SDK хэрэгслүүд нь давтагдашгүй нэг id оноож өгөх ба энэхүү id-г хэрэглэгчийн харагдах хэсгийг угсрах XML файлд ашиглаж болно.

3.4.2 Пайтон хэл

Тест засах програмын гол хэсэг болох шаблон засах үйлдлийг пайтон хэлний opensv сангаар засаж байгаа. Мөн түүнчлэн MySQL өгөгдлийн сантай холбогдон тестийн зассан утгуудыг өгөгдлийн санлуу илгээх үйлдлүүдийг хийж байгаа. Пайтон бол жаваскрипттэй адилхан скрипт хэл боловч хоорондоо нэлээд ялгаатай. Пайтоныг хамгийн

энгийн програмчлалын хэл гэж олон хүн үздэг бөгөөд дүрмийн (syntax) тал дээр бусад хэлнүүдийг бодвол хялбар байдаг. Пайтон хэлийг хэрэглэн дахин ашиглагдах болон өөрчлөх боломж бүхий ойлгоход хялбар програмыг бичдэг. Пайтоны ойлгомжтой зөв бичих зүй, уялдаа холбоотой загвар нь хэтдээ бусад хөгжүүлэгч өөрчлөх ба дахин ашиглах боломжтой үндсэн шинж бүхий ойлгомжтой кодыг бичихэд хүргэдэг. Пайтон хэл нь цуглуулж үүсгэсэн биш загварлаж үүсгэсэн хэлтэй адил байдаг. Энэ нь тодорхой, хамгийн бага хэмжээтэй загвартай байдаг ба энэ загвар нь програмыг ойлгоход хялбар байх, урьдчилан тааварлах боломжийг олгодог. Програмын тодорхой хэрэгслийг олон тооны (модуль) бүрэлдэхүүнд хувааж энгийн цөм хэлний хамт нийлмэл ярвигтай шинжийг пайтон хэл бүрдүүлдэг. Пайтон нь програмын түвэгтэй байдал, алдаа үүсэх боломжийн аль алиныг нь багасгадаг. Загвар сайтай хэлнээс гадна пайтон нь кодыг 1 удаа бичээд олон удаа ашиглах боломжийг олгодог бүтэцлэг, модуль, объект хандалттай зохиомж зэрэг орчин үеийн програмчлалын технологиор тоноглогдсон байдаг.

3.4.3 Веб хуудас

Өнөөдөр ихэнх албан байгууллага, хувь хүмүүс, пүүс компаниуд интернетийн сүлжээгээр төрөл бүрийн програм хангамж, зар сурталчилгаа, сонин хэвлэл, ном, зохиол, танилцуулга, зөвлөгөө, лавлах, биржийн мэдээ зэрэг мэдээллийг түгээхдээ веб хуудсыг ашигладаг. Веб хуудас хийхийн тулд хэлбэржүүлэлт хийх HTML, өгөгдлийг удирдах PHP хэлнүүдийг эзэмшсэн байх ёстой.

3.4.4 PHP хэл

PHP (Personal Home Page Tools) гэдэг нь веб сервер дээр HTML хуудас үүсгэхэд зориулагдсан програмчлалын хэл юм. Энэ хэлийг сурснаар та хуудасны тоолуур, зочны хуудас гэх мэт энгийн програмаас хэрэглэгчийн үйлдлийг хянах чадвартай том хэмжээний веб сайтыг зохиох боломжтой. Хэлний бүх боломжийг тайлбарлан бичихэд олон хуудас материал болох хэдий ч хэл нь хэн ч үзэхэд энгийн ойлгомжтой. Өнөөдөр олон мянган програм зохиогчид PHP ашиглаж, сая сая веб сайтууд энэ хэл дээр ажиллаж байна.

3.4.5 HTML хэл

HTML - Энэ нь "Hyper TextMarkup Language"гэсэн vгийн товчлол бегөөд, "markup language"гэдэг нь уг хуудсыг ямар форматтай байхыг заадаг компьютерын хэл гэсэн vг юм. (бусад жишээ нь: XML, SGML) Хэрэв та ердөө л хар цагаан енгетэй нэг л урт мөрөнд хамаг юмаа бичих хэрэгтэй бол танд энэ HTML-г хэрэглэх шаардлагагvй.

3.4.6 Веб сервер

Энэ нь интернетэд веб хуудаснуудыг хадгалж байдаг, Web browser-н хvсэлт тавьсны дагуу хvссэн веб хуудсыг нь интернетээр илгээж байх vvrэгтэй ендер хvчин чадал бvхий тусгай компьютерууд юм. Yvнийг та ерөөсөө асар олон лангуутай тэднийгээ бусдад tvрээсэлж байдаг vзэсгэлэн худалдааны байшинтай адилтган vзэж болно. Та тэндээс нь нэг лангуу tvрээслэн авч өөрийнхөө веб хуудсыг тавихын тулд та tvрээсийн телбер буюу "hosting charge"телэх хэрэгтэй болно. Нэгэнт ингэж тавьсан хуудсыг дэлхийн аль ч булангаас интернетэд холбогдсон хvн vзэх боломжтой. Харин энэ байшингийн эзнийг "host"гэж нэрлэнэ. Ингээд өдөр бvр сая сая ийм Web server-vvд хэдэн арван сая хэрэглэгчийн Web browser-н хvссэн веб хуудсыг нь дамжуулж байдаг асар том сvлжээг бид Интернет гэж нэрлэдэг.

3.4.7 Өгөгдлийн сан

Өгөгдлийн сан буюу өгөгдлийн бааз нь зохион байгуулалттайгаар хадгалсан өгөгдлийн цуглуулга. Өгөгдлийн санд хандах, засварлах болон нэмэхэд хялбар байдлаар хийгдсэн байдаг. Өгөгдлийн сан нь талбар (fields), бичилтүүд (records) болон файлаас (files) бүрддэг. Талбар гэдэг нь багана бүхий мэдээлэл бөгөөд бичилт нь нэг мөрөнд байгаа нийт мэдээллийг хэлдэг. Нийт оруулсан мэдээллээ нэр өгч сануулан, файл болгодог. Өгөгдлийн сан нь мэдээлэл хайх, статистик мэдээ гаргаж авахад хялбар байдгаараа давуу талтай.Мэдээллийн үйлчилгээ үзүүлж буй газруудын хамгийн чухал зүйл бол өгөгдлийн сан байдаг. Тухайн үйлчлүүлэгчийн хүсэлтэд тохирох мэдээлэл тэнд байх ёстой учраас өөрийн үйлчилгээ, зорилгод нийцүүлэн өгөгдлийн сангаа системчилж, баяжуулж, хайхад илүү хурдан, юу ч хайсан олдохоор их мэдээлэлтэй, уян хатан гэх мэт хүчин зүйлсийг тусган зохион байгуулдаг. Энэ нь яг л номын сан шиг мэдээллийн сан юм. Веб сайт, компьютер-ийн програм гэх мэт зүйлс ч мэдээллийн үйлчилгээ үзүүлэгч

ангилалд орно. Тиймээс ихэнх цахим аппликэйшн, програм хангамжуудад database буюу өгөгдлийн сан гэсэн чухал ойлголт бий.

3.4.8 Java

Java програмчлалын хэл дээр зураг унших боловсуулах realtime процесс хийх зэрэг ажлуудыг гүйцэтгэнэ.

Java бол Sun Microsystems корпорацийн бүтээсэн програмчлалын хэл бөгөөд хамгийн анх 1995 онд түүнийг олон нийтэд танилцуулжээ. Анх хийгдэхдээ Sun-ийн Java платформ дээр ажиллахаар байсан юм. Жава-г бүтээхдээ C ба C++ хэлийн онцлог, бичиглэлийг хүчтэй тусган авчээ. Гэхдээ хамгийн гол нь объект хандалтат загварт түлхүү анхаарсан ба доод түвшний програмчлалын боломжийг бага оруулсан байна.

Java програм нь бит биш байт кодуудад хөрвөн ажилладаг бөгөөд энэхүү байт кодуудыг зөвхөн Java Virtual Machine (JVM) хэмээх систем ажиллуулдаг юм. Харин JVM нь платформ болгонд зориулагдан тусдаа хийгдсэн байдаг тул таны бичсэн програм, код аль ч үйлдлийн систем, платформ дээр ажиллах болж байгаа нь түүний хамгийн өвөрмөц онцлог юм.

SunMicroSystems нь JavaStandardEdition хэмээх платформын лицензийг албан ёсоор эзэмшдэг юм байна. Энэ платформ нь MicrosoftWindows, Linux, Solaris гэсэн үйлдлийн системүүд дээр ажиллана. Бусад платформуудад зориулсан Жавагийн орчныг бүрдүүлэгч системүүд бас бий.

Java-гийн хувьд бичиглэл нь бараг тэр чигээр C++ юм. C++ -ээс ялгаатай зүйл нь бүрэн объект хандлагат юм. Бүх код нь класс дотор бичигдэх бөгөөд бүгд объект байна. Зөвхөн бодит өгөгдлийн төрлүүд (тоон утгууд, boolean утга, тэмдэгт) л класс дотор бичигдэхгүй байж болдог.

3.4.8.1 Java Native Interface

-ийг realtime процесс хийхдээ ашигласан.

Java Native Interface (JNI) програмчлалын орчин нь Java програмчлалын хэл дээр бичигдсэн кодыг Java Virtual Machine (JVM) дээр ажиллуулах боломжийг олгодог бөгөөд үүнийг native програм (тоног төхөөрөж болон үйлдлийн системд зориулагдсан програм) гэж нэрлэж болно. Java Native Interface нь C, C++, болон ассемблэр хэл болон бусад програмчлалын хэлнүүдийг дэмжиж ажилладаг.

Зориулалт

JNI нь програмистуудад програмыг бүхэлд нь Java програмчлалын хэлээр бичиж чадахгүй үед native аргаар нөхцөл байдлыг зохицуулах боломжийг олгодог. Жишээ нь стандарт Java класс нь платформтой холбоотой боломжууд эсвэл програмын санг дэмждэггүй тохиолдолд. Түүнчлэн одоо хэрэглэж буй програмыг(Өөр хэл програмчлалын хэл дээр бичигдсэн програмууд) Java програмуудад хандах боломжийг олгодог. Маш олон стандарт сангууд классууд JNI-д хамаарах бөгөөд тэдгээрийг ашиглах боломжийг програмистууд болон хэрэглэгчдэд өгнө. Жишээ нь файл нээх хаах, дуу болон дүрс таних. Стандарт сан доторх гүйцэтгэл болон платформд API шийдлүүдийг бүх Java програм нь энэхүү функцийг аюулгүй, платформын бие даасан байдлаар ашиглах боломжийг олгодог. Стандарт санд гүйцэтгэл(performance) болон мэдрэмтгий платформуудын API-г оруулж өгснөөр Java програмууд дангаараа ажилладаг платформ дээр дээрх функцийг аюулгүй хийж чадна. JNI-ийн фрейм нь native аргыг Java объектыг Java код объектыг ашигладагтай адилаар ашиглах боломжтой. Native нь Java объектыг үүсгэж дараа нь эдгээр объектыг шалгаж ажиллуулах боломжийг олгодог. Native нь Java програмын кодоор үүсгэсэн объектыг шалгаж ашиглах боломжтой. Зөвхөн програм болон зөвшөөрөгдсөн апплетууд JNI-г дуудаж болно.

JNI-ийн хүрээнд native функцууд нь тусгаарлагдсан .c болон .cpp өргөтгөлтэй файлд хадгалагддаг. JVM функцийг дуудах үед энэ нь JNI заагч, объект заагч болон ямар нэгэн Java аргументыг Java-д зарладаг.

Бүлэг 4

Хэрэгжүүлэлтийн хэсэг

4.1 Opensv

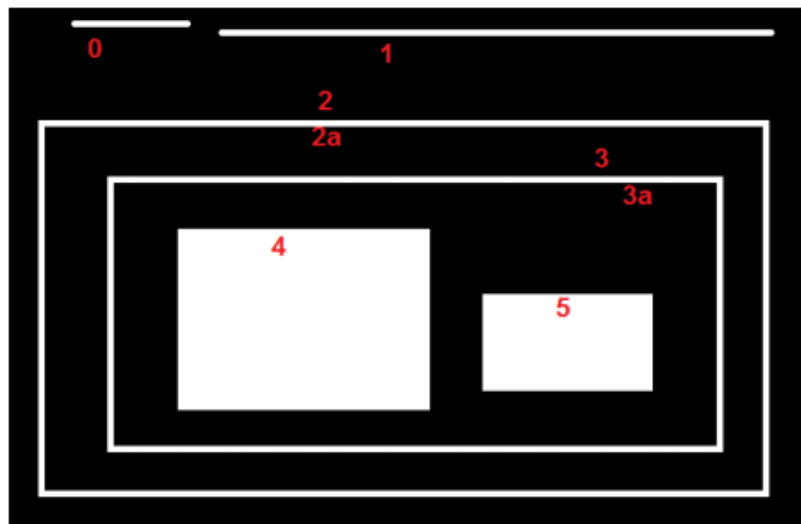
Opensv-ийг ашиглаж төслийг realtime буюу шууд уншдаг болгосон аргачлал.

Open sv гийн гаралтанд 3 массив байдаг. Эхнийх нь зурган, хоёр дахь нь дүрс, гуравдахь нь hierarchy гэж нэрлэгддэг. Би энэхүү судалгааны ажилд hierarchy-г ашиглах болно.

Hierarchy гэж юу вэ?

Жирийн үед бид зургыг cv2.findContours() функцийг ашиглан зураг таньдаг. Гэвч заримдаа объектууд өөр өөр байрлалтай байж болно. Гэхдээ зарим тохиолдолд зарим хэлбэрүүд дотор өөр хэлбэрүүд байдаг. Энэ тохиолдолд гаднах хэлбэрийг нь эцэг дотор хэлбэрийг нь хүү гэж нэрлэдэг. Ингэснээр зурган дахь дүрснүүд хоорондоо хамааралтай болдог. Нэг дүрс бусад дүрстэйгээ хэрхэн холбогдож харилцаж байгааг эцэг дүрс хүү дүрснүүдтэйгээ хэрхэн харилцаж байгааг тодорхойлж болдог. Энэ харилцаа болон тодорхойлохыг Hierarchy гэж нэрлэдэг.

Жишээ Энэхүү зурган дээр 0-5 хүртэл дугаарласан хэд хэдэн хэлбэр байна. 2 болон



Зураг 4.1: Жишээ:1

2а нь хамгийн гадна талын хайрцагны гадна болон дотор талыг илэрхийлнэ. 0, 1, 2 гэсэн цэгүүд нь гадна эсвэл хамгын дээд тал нь юм. Дараагын дүрс 2а нь дүрс 2 ийн хүү гэж тооцож болно. Тиймээс 1 бол hierarchy юм. Үүнтэй нэгэн адилаар 3р дүрс нь 2р дүрсийн хүү юм энэ нь дараагын hierarchy болно. Эцэст нь 4 болон 5р дүрс нь 3а-ийн хүү болно. Энэ нь hierarchy-ийн сүүлийн шат юм. Дүрсний дугаарлалтаас харвал дүрс 4 нь 3а дүрсийн анхны хүү юм. Энэхүү жишээг hierarchy-ийн түвшин, дүрс, хүү дүрс, эцэг дүрс болон эхний хүү зэргийг ойлгоход туслахаар дурьдсан. Одоо Opencv дээр хэрхэн хэрэглэгдэхийг үзье.

Opencv гийн **hierarchy**:

Opencv үүнийг 4н утгат массиваар авч үздэг: Дараагын, Өмнөх, Эхний хүү, Эцэг

- **Дараагын hierarchy-ийн түвшин:** Жишээ нь зураг дээр байгаа 0 ийг авч үзвэл. Энэ нь дүрс нэг гэж ойлгож болно. Энгийнээр дараагынх нь 1. Үүнтэй адил 1-ийн дараагынх нь 2 болно. Харин дүрс 2ийн дараагынх нь ижил түвшинд байна. Тэгхээр дараагынх нь 1 болно гэсэн үг. 4 ийн дараагынх нь ижил түвшинд байгаа 5 болно.
- **Өмнөх hierarchy-гийн түвшин:** Өмнөх жишээтэй төстэй. 1-ийн өмнөх нь ижил түвшинд байгаа 0 болно. Мөн адал 2 ийн өмнөх нь 1 болно. 0 ийн хувьд өмнөх

гэж байхгүй тийм учраас ижил түвшинд байгаа 1 нь өмнөх нь болно.

- **Эхний хүү дүрс:** 2-ийн эхний хүү нь 2а юм. 3а нь хоёр хүүтэй байна. Эхний хүүг нь л бид авах ёстой. Энэ бол 4 юм.
- **Эцэг дүрс:** Эхний хүүгийн эсрэг ойлголт юм. 4 болон 5 нь зэрэгцээ оршиж байгаа тэдний эцэг дүрс нь 3а юм.

Бүлэг 5

Нэгдсэн дүгнэлт

Бүлэг 6

Ном зүй

- OpenCV <https://opencv.org/>
- OpenCV гэж юу вэ? <https://en.wikipedia.org/wiki/OpenCV>
- OpenCV-г хэрэглэх <https://docs.opencv.org/2.4.13.4/>
- OCR https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_character_recognition
- OCR гэж юу вэ? <https://www.abbyy.com/en-apac/finereader/what-is-ocr/>
- OMR https://en.wikipedia.org/wiki/Optical_mark_recognition
- OMR <https://medium.com/@akshikawijesundara/object-recognition-with-opencv-on-android-6435277ab285>
- Realtime opencv <http://queue.acm.org/detail.cfm?id=2206309>
- Realtime opencv <http://queue.acm.org/detail.cfm?id=1147533>
- JNI https://en.wikipedia.org/wiki/Java_Native_Interface
-
-
-
-
-

Хавсралт А

Хавсралт