

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK - QURILISH INSTITUTI

**“AXBOROT TIZIMLARI VA TEXNOLOGIYALARI”
KAFEDRASI**

U.Goyipov

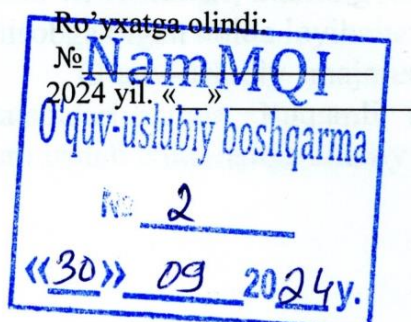
«TASVIRLARGA RAQAMLI ISHLOV BERISH»

FANI BO'YICHA

O'QUV-USLUBIY MAJMUA

NAMANGAN – 2024

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK - QURILISH INSTITUTI**



**“AXBOROT TIZIMLARI VA TEXNOLOGIYALARI”
KAFEDRASI**

U.Goyipov

“TASVIRLARGA RAQAMLI ISHLOV BERISH”

**fani bo'yicha
O'QUV - USLUBIY MAJMUA**

NAMANGAN – 2024

Ushbu o'quv-uslubiy majmuada «Tasvirlarga raqamli ishlov berish» fanini o'qitish bo'yicha ta'lim texnologiyalari, ularni o'quv jarayoniga qo'llash bo'yicha uslubiy tavsiyalar bayon etilgan. Ushbu tavsiyalar didaktik tamoyillar, ma'ruza, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarini o'tish texnologiyalarini ishlab chiqishning usul va vositalari, ularning muhim belgilaridan iborat ta'limni texnologiya qoidalarini hisobga olgan holda loyihalashtirilgan.

O'quv-uslubiy majmua texnika oliy ta'lim muassasalari o'qituvchilari va talabalari hamda «Raqamli tasvirlarni qayta ishlash usullari» fanini o'qitish hamda uni ishlab chiqarishga amaliy tadbiri qilishga qiziquvchilar uchun mo'ljallangan.

Tuzuvchi: Goyipov U. - NamMQI «Axborot tizimlari va texnologiyalari» kafedrasi dotsenti.

Taqrizchilar: R.Rahimov– NamMTI, «Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish» kafedrasi mudiri, PhD.

M.To'xtasinov – NamMQI, Axborot tizimlari va texnologiyalri kafedrasi dotsenti

O'quv-uslubiy majmua Namangan muhandislik - qurilish instituti Uslubiy kengashining 2024 yil «30 avgustdagi 1- sonli qaroriga muvofiq o'quv jarayonida foydalanish uchun tavsiya etilgan.

MUNDARIJA

I	SILLABUS	
II	FANNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA'LIM METODLARI	
III	NAZARIY MATERIALLAR	
1.	Tasvirlarni hosil qilish. Tasvir formatlari va ularning turlari. Ranglarni tasvirlash sistemalari xususiyatlari. Rang sistemalarini bir-biriga matematik almashtirish usullari.	
2.	Adobe Photoshop dasturi imkoniyatlari. Adobe Photoshopda tasvir fayllarini xosil qilish, tasvirlarni sozlash va taxirlash.	
3.	Tasvirlar ustida affin almashtirish usullari. Tasvirlarni qayta ishlashda bo'laklash (segmentasiyalash) usullari.	
4.	Tasvirlarni qayta ishlashda binarlash usullari. Binarlashda bo'sag'a (porog) aniqlash usullari. Binar tasvirni ingichkalashtirish (asos-skeletini aniqlash) usullari. Binar tasvirni filtrlash algoritmlari.	
5.	Tasvir konturlarini ajratish usullari va algoritmlari. Tasvirlarni sifatini oshirish usullari.	
6.	Tasvirlarni xususiyatlari (belgilari)ni ajratish usullari. Xaf almashtirishlari yordamida tasvir belgilarini aniqlash.	
7.	Tasvirlarning Fazoviy–skpektral belgilarini aniqlash usullari. Teksturaviy tasvirlarni qayta ishlash va ularning belgilarini aniqlash usullari.	
8.	Video - tasvirlar bilan ishlash asoslari. Tasvir belgilarini taqqoslash va obrazlarni tanib olish usullari.	
9.	Tasvirlarni qayta ishlashga mo'ljallangan kutubxona (biblioteka)lar va ularning imkoniyatlari. OpenCV ochiq kodli kutubxonasi yoqdamida raqamli video va tavirlarga ishlov berish texnologiyalari.	
IY	AMALIY VA TAJRIBA MASHG'ULOT MATERIALLARI	
Y	KEYSLAR BANKI	
YI	MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI	
YII	GLOSSARIY	
YIII	ADABIYOTLAR RO'YXATI	

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-QURILISH INSTITUTI

"TASDIQLAYMAN"

Namangan muhandislik – qurilish
instituti O‘quv ishlari bo‘yicha
prorektori

_____ Q.Inoyatov
2024 yil «__» _____

TASVIRLARGA RAQAMLI ISHLOV BERISH

**FANINING
SILLABUSI**

Bilim sohasi:	600000	–Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari
Ta’lim sohasi:	6100000	–Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari
Mutaxassisligi:	60610200	– Axborot tizimlari va texnologiyalari (tarmoqlar va sohalar bo‘yicha)

Namangan - 2024 y.



**TASVIRLARGA RAQAMLI ISHLOV
BERISH FANINING
SILLABUSI**

**SANOATNI AXBOROTLASHTIRISH
FAKULTETI**

**60610200- AXBOROT TIZIMLARI VA
TEXNOLOGIYALARI**



**AXBOROT
TIZIMLARI VA
TEXNOLOGIYALARI**

Fan nomi:	Tasvirlarga raqamli ishlov berish
Fan turi:	Majburiy
Fan kodi:	TRIB4704
Bosqich:	4
Semestr:	7
Ta'lim shakli:	Kundizgi
Mashg'ulotlar shakli va semestrga ajratilgan soatlar:	120
Ma'ruza	26
Amaliy mashg'ulotlar	26
Laboratoriya mashg'ulotlari	-
Seminar	-
Mustaqil ta'lim	68
Kredit miqdori:	4
Baholash shakli:	Imtihon
Fan tili:	O'zbek

Fan maqsadi (FM)	
FM1	Ushbu fanni o'qitishdan maqsad - bo'lajak mutaxassislarning kompyuterlarda raqamli tasvirlarni qayta ishlash usul va algoritmlarini o'rganish, tadqiq qilish va ular asosida ilmiy-amaliy masalalarni yechish ko'nikmalariga ega bo'lishiga erishishdir.

Fanni o'zlashtirish uchun zarur boshlang'ich bilimlar	
1.	Big date
2.	Oliy matematika
3.	Intelektual axborot tizimlari
4.	Algoritmash va dasturlash asoslari
Ta'lim natijalari (TN)	
	<i>Bilim jixatidan:</i>
TN1	Tadbiqiy matematika va dasturlash bilimlari haqida tasavvurga ega

	bo'lishlari kerak.
TN2	Mashina grafikasi haqida bilimlarga ega bo'lishligi kerak.
TN3	Raqamli signallar va ularni qayta ishlash usullari haqida bilimlarga ega bo'lishligi kerak.
TN4	Tasvirlarni tahlil qilishning asosiy printsiplari haqida bilimga ega bo'lishligi kerak.
TN5	Obrazlarni aniqlash va tanib olish usul va algoritmlari haqida bilimlarga ega bo'lishligi kerak.
	<i>Ko'nikmalar jixatidan:</i>
TN8	Raqamli tasvirlarni qayta ishlash usullari va algoritmlarini qo'llash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak.
TN9	Turli sohalar masalalarida raqamli tasvirlarni qayta ishlash usullarini va algoritmlarini to'g'ri qo'llay olish ko'nikmalariga ega bo'lishligi kerak

Fan mazmuni	
Mashg'ulotlar shakli: ma'ruza (M)	
6-semestr	
M1	Fanga kirish. Tasvirlarni saqlash usullari. Ranglarni tasvirlash sistemalari xususiyatlari va ular ustida ishlash asoslari.
M2	Affin almashtirishlari.
M3	Tasvirlarni qayta ishlash usullari. Bo'laklash (segmentatsiya) tushunchasi.
M4	Tasvirlarni qayta ishlash usullari. Sohalarning chegarasini ajratish usullari.
M5	Tasvirlarni qayta ishlash usullari. Chegara (kontur) gradientlarini aniqlash usullari.
M6	Tasvirlarni qayta ishlash usullari. Binarlashtirish usullari.
M7	Tasvirlarni qayta ishlash usullari. Tasvir sifatini yaxshilash usullari.
M8	Tasvir belgilarini ajratish usullari.
M9	Fazoviy-skpektral belgilar.
M10	Kontur (chegaraviy) belgilari.
M11	Geometrik belgilarni ajratish.
M12	Statistik belgilarni ajratish usullari.
M13	OpenCV bibliotekasi yordamida tasvir belgilarini ajratish. Belgilarni taqqoslash.

Mashg'ulotlar shakli: Amaliy(A)	
A1	Raqamli tasvirlarni yaratish, namoyish qilish va unga turli shakllarni chizish dasturlarini yaratish.
A2	Tasvirlar ustida affin almashtirish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.
A3	Tasvirning gistogrammalarni qurish algoritmi va dasturini yaratish.
A4	Tasvirlarni qayta ishlashda bo'laklash (segmentasiyalash) usullari uchun

	amaliy dasturlar yaratish.
A5	Tasvir konturlarini ajratish usullari va algoritmlari uchun amaliy dasturlar yaratish.
A6	Binar tasvirni ingichkalashtirish (asos-skeletini aniqlash) usullari. Binar tasvirni filtrlash algoritmlari. Amaliy dasturlar yaratish.
A7	Tasvirlarni sifatini oshirish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.
A8	Teksturaviy tasvirlarni qayta ishlash va ularning belgilarini aniqlash usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.
A9	OpenCV ochiq kodli kutubxonasi yordamida raqamli tasvirlarga namoyosh qilish va ishlov berish dasturlarini yaratish.
A10	Raqamli tasvirlarda turli obyektlarni izlab topish algoritmlari va dasturlarini yaratish.
A11	Xaf almashtirishlari yordamida tasvir belgilarini aniqlash. Amaliy dasturlar yaratish.
A12	Tasvir momentlarini xisoblash algoritmlari va dasturlarini yaratish.
A13	OpenCV da tasvir belgilarini aniqlash funksiyalari va identifikatsion belgilarni

Mashg'ulotlar shakli: mustaqil ta'lim (MT)		68soat
1.	Raqamli tasvirlarni qayta ishlashga mo'ljallangan amaliy dastur paketini ishlab chiqish.	6 soat
2.	Rang sistemalari va ularni o'zaro matematik almashtirish usullari uchun amaliy dastur ishlab chiqish.	6 soat
3.	Tasvirlarda bo'laklash usullari uchun amaliy dastur ishlab chiqish.	6 soat
4.	Binar tasvirlarda ingichkalashtirish (skeletizatsiya) usullari uchun amaliy dastur ishlab chiqish.	6 soat
5.	Tasvir konturlarini aniqlash usullari uchun amaliy dastur ishlab chiqish.	6 soat
6.	Tasvir sifatini oshirish usullari uchun amaliy dastur ishlab chiqish.	6 soat
7.	Belgilarni aniqlashda Xaf almashtirishlari usullari uchun amaliy dastur ishlab chiqish.	6 soat
8.	OpenCV bibliotekasi imkoniyatlaridan foydalanib amaliy dasturlar yaratish.	6 soat
9.	Videodan olinadigan raqamli tasvirlarni qayta ishlash uchun dastur yaratish.	10 soat
10.	Biometrik tizim – tasvirda yuz tasvirini aniqlash dasturini yaratish.	10 soat

Asosiy adabiyotlar	
1.	Форсайт Д. А., Понс Дж. Компьютерное зрение. Современный подход. - М.: Вилямс, 2004. -926 с.
2.	Грузман И.С., Киричук В.С. и др. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – 168 с.
3.	Rafael C. Gonzalez. Digital Image Processing, 4Th Edition Paperback – December 4, 2018.
4.	M.T.Tuxtasinov, S.R.Komilov. Tasvirlarga raqamli ishlov berish. O’quv qo’llanma, Namangan, 2023 y., 160 b.
5	Pratt, William K. Digital image processing: PIKS Scientific inside / William K. Pratt., 4th ed. – 2007. – 782 p.
6	Михнев И.П. Обучение и контроль знаний студентов с помощью UniTest // Фундаментальные исследования. - 2008. - №1. - С. 94-95.
Tavsiya qilinadigan qo‘shimcha adabiyotlar	
1.	Тихомиров Ю. Программирование трехмерной графики. – СПб.: БХВ-Санкт- Петербург, 1998.
2.	Шикин е.В., Боресков А.В., Компьютерная графика. Полигональное модули. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2000.
3.	Левин А. Самоучитель компьютерной графики и звука. СПб.: Питер · 2004
4.	Рейнбоу В. Компьютерная графика. Энциклопедия. СПб.: Питер · 2003
5.	Мураховский В.И. Компьютерная графика. Популярная энциклопедия. АСТ-ПРЕСС · 2002
6.	Залогова, Л.А. Компьютерная графика. Элективный курс: Практикум / Л.А. Залогова. - М.: БИНОМ. ЛЗ, 2011. - 245 ст.
Elektron manbalar:	
1.	http://www.computergraphics.ru
2.	http://www.jpeg.org
3.	http://www.webreference.com/dev/graphics .
4.	http://www.ppewww.ph.gla.ac.uk/~flavell/www/palette.html
5.	http://www.the-light.com/netcol.html
6.	http://www.cie.co.at

Kredit-modul tizimida fanlarni ballik tizimda baholash bo'yicha kreditlarni olish uchun talablar:

Fan nomi: Tasvirlarga raqamli ishlov berish.

Ajratilgan umumiy soat: 120

Shundan, auditoriya 52 soat: ma'ruza – 26; Amaliy – 26.

Talabalar bilimini nazorat qilish O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirining "Oliy ta'lim muassasalarida talabalar bilimini nazorat qilish va baholash tizimi to'g'risidagi nizomni tasdiqlash haqida" 2018 yil 9 avgustdagi 19-2018-sonli buyrug'i asosida amalga oshiriladi.

Talabalar bilimini nazorat qilish oraliq va yakuniy nazorat turlarini o'tkazish orqali amalga oshiriladi.

Oraliq nazorat (ON) semestr davomida ishchi fan dasturining tegishli bo'limi tugagandan keyin talabaning bilim va amaliy ko'nikmalarini baholash maqsadida o'quv mashg'ulotlari davomida o'tkaziladi.

Ushbu fan bo'yicha oraliq nazorat turi ikki marta o'tkaziladi. Oraliq nazorat yozma shaklda o'tkaziladi. 1-ON ma'ruzalarning birinchi yarmi o'tilgandan keyin, 2-ON esa, qolgan ikkinchi yarmi o'tilgandan keyin, yakuniy nazorat (YN) esa, o'z navbatida semestr yakunida o'tkaziladi.

Shu bilan birga, ushbu fan bo'yicha talabaning amaliy, tajriba va mustaqil ta'lim topshiriqlarini bajarishi, shuningdek uning ushbu mashg'ulotlardagi faolligi ham baholab boriladi.

Talabalar bilimini baholash 5 baholik tizimda amalga oshiriladi.

Talabalarning bilimi quyidagi mezonlar asosida:

- talaba mustaqil xulosa va qaror qabul qiladi, ijodiy fikrlay oladi, mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda — 5 (a'lo) baho;

- talaba mustaqil mushohada yuritadi, olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatni tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda — 4 (yaxshi) baho;

- talaba olgan bilimini amalda qo'llay oladi, fanning (mavzuning) mohiyatni tushunadi, biladi, ifodalay oladi, aytib beradi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega deb topilganda — 3 (qoniqarli) baho;

- talaba fan dasturini o'zlashtirmagan, fanning (mavzuning) mohiyatini tushunmaydi hamda fan (mavzu) bo'yicha tasavvurga ega emas deb topilganda — 2 (qoniqarsiz) baho bilan baholanadi.

Nizomga ko'ra, yakuniy nazorat turini o'tkazish va mazkur nazorat turi bo'yicha talabaning bilimini baholash o'quv mashg'ulotlarini olib bormagan professor-

o'qituvchi tomonidan amalga oshiriladi. Shu sababli, ushbu fandan YN o'tkazish uchun kafedra o'qituvchilari hamda NamDU "Informatika" kafedrasining turdosh fan o'qituvchi-professorlarini YN ga jalb etish ko'zda tutilgan.

Oraliq nazorat turini topshirmagan, shuningdek ushbu nazorat turi bo'yicha «2» (qoniqarsiz) baho bilan baholangan talaba yakuniy nazorat turiga kiritilmaydi.

Ushbu fan bo'yicha quyidagicha baholash tizimini tashkil qilinadi:

Talaba oladigan baholar

Nazo- rat turi		Mash- g‘ulot turi		Nazorat mazmuni	Ajratil gan ball
1-ON	a	Ma’ruza	Audi- toriya	1-6 ma’ruza mavzulari yuzasidan yozma ish (test, og‘zaki, assessment) ko‘rinishda nazorat o‘tkaziladi	7
	b		Mus- taqil	Mustaqil ta’lim topshiriqlarini bajarganligi, ma’ruza darslariga tayyorgarligi va mashg‘ulotlarda faolligi, shuningdek qo‘shimcha o‘quv, ilmiy adabiyotlarni o‘qib o‘rganganligi uchun.	3
	c	Amaliy	Audi- toriya	Amaliy dars mashg‘ulotlarida faolligi va 1-7 mavzular yuzasidan amaliy ishlarni bajarganligi uchun.	15
1-ON uchun jami = a+b+c					25
2-ON	a	Ma’ruza	Audi- toriya	7-13 ma’ruza mavzulari yuzasidan yozma ish (test, og‘zaki, assessment) ko‘rinishda nazorat o‘tkaziladi, maksimal 6 balni tashkil etadi	7
	b		Mus- taqil	Mustaqil ta’lim topshiriqlarini bajarganligi, ma’ruza darslariga tayyorgarligi va mashg‘ulotlarda faolligi, shuningdek qo‘shimcha o‘quv, ilmiy adabiyotlarni o‘qib o‘rganganligi uchun.	3
	c	Amaliy	Audi- toriya	Amaliy dars mashg‘ulotlarida faolligi va 8-15 mavzular yuzasidan amaliy ishlarni bajarganligi uchun.	15
	2-ON uchun jami = a+b+c				25
YAKUNIY NAZORAT			Fan bo‘yicha yozma ish (yozma, test, og‘zaki) ko‘rinishda nazorat o‘tkaziladi va 50 balik lik tizimda baholanadi.		50
JAMI: = 1 ON + 2 ON+ YN					100

Oraliq nazoratdan ijobiy baholangan talabalar **yakuniy nazorat (Yn)** ga qo'yiladi.

Qo'yilgan baholar hammasi guruh jurnalida qayd qilib boriladi.

Talabaning YN da olgan bahosi yakuniy baho hisoblanadi va u qaydnomaga hamda talabaning baholash daftarchasiga qo'yiladi.

Fan o'qituvchisi to'g'risida ma'lumot

Mualliflar:	U.Goyipov – NamMQI Axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasida dotsenti, t.f.n. Sh.Ikromov – NamMQI Axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrasida o'qituvchisi.
E-mail:	mumtozali@yahoo.com ikromov_shaxobiddin1997@gmail.com
Tashkilot	Namangan muhandislik-qurilish instituti
Taqrizchilar	Boltibayev SH. – Namangan Davlat Univesiteti "Informatika" kafedrasida dotsenti, t.f.n. Xasanov A. – NamMQI, Texnik tizimlarda AT kafedrasida mudiri, dots.

Mazkur sillabus Namangan muhandislik-qurilish instituti o'quv-uslubiy Kengashining 2024 yil ____-sonli yig'ilishi bayoni bilan tasdiqlangan.

Mazkur sillabus "Axborot tizimlari va texnologiyalari" kafedrasining 2024 yil ____-sonli bayoni bilan ma'qullangan.

O'quv uslubiy boshqarma boshlig'i

T.Jo'rayev

Fakultet dekani

A.Qaxxarov

Kafedra mudiri

S.Komilov

Tuzuvchi

U.Goyipov

Tayanch konspekt.

1-Mavzu: Tasvirlarni hosil qilish. Tasvir formatlari va ularning turlari. Ranglarni tasvirlash sistemalari xususiyatlari. Rang sistemalarini bir-biriga matematik almashtirish usullari.

1. Ранг тушунчалари.

Тасвирлар бизнинг кўзимизга турли ранглар аралашмаларидан иборат ҳолда кўринади. Яъни, кўзимизга кўринаётган ҳар қандай объект ўзининг сиртида физик жиҳатдан турли рангларни акс эттириши натижаси ўлароқ, уларни кўз орқали англаймиз. Яъни, табиатнинг ўзи бизга кўриш неъматини берганки, бу неъмат биз яшаётган дунё неъматларининг ичида энг улуғларидан бири ҳисобланади.

Ранг ва тасвир. Ажойиб жуфтлик. Компьютерларда ифодаланадиган рақамли тасвирларга ўтишдан олдин, келинг аввало табиий ранг ва уни одам томонидан физиологик кўриш хусусиятлари тўғрисида қисқача тўхталсак.

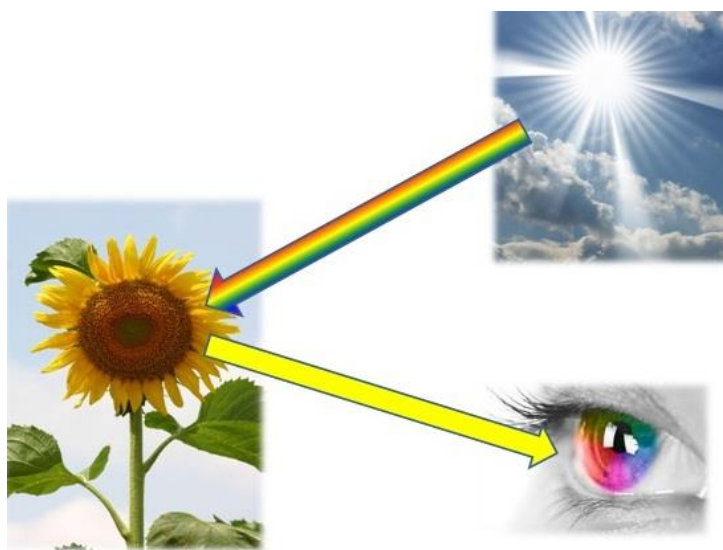
1.1. Одамнинг рангларни физиологик кўриш хусусиятлари

Физика (оптика) курсидан маълумки, табиатда ранглар оқ нур (ёруғлик) нинг жисм сиртига тушиши ва синиши оқибатида пайдо бўлади ва бу ранглар бизнинг кўзимизга кўринади (1.1-расм). Таъкидлаш керакки, оқ нур табиий шароитда куёшдан келади, шу билан бирга бошқа ёритиш воситалари (масалан, чўғланма лампочка) ёрдамида ҳам сунъий ёруғликни пайдо қилишимиз мумкин. Қоронғу шароитда (ёруғлик бўлмаганда) кўзимиз рангларни пайқамайди ва объектларни кўра олмаймиз.

Оқ нурни махсус призмадан ўтказилганда турли рангларни пайдо бўлишини физика тажриба машғулотларида кўрганмиз (1.2-расм). Табиат ходисаси - уфқда рангдор камалакнинг пайдо бўлиши ҳам худди шунга ўхшаш ҳодисадир (1.3-расм).

Табиатдаги рангларни асосан 7 хилга ажратилади. Булар: бинафшаранг, қўқ, ҳаворанг, яшил, сарик, зарғалдоқранг ва қизил. Ўз навбатида уларнинг аралашмалари ёрдамида яна миллионлаб ранглар ҳосил бўлади.

Рангларни инсон кўзи орқали фарқлайди. Одамнинг рангларни физиологик кўриши унинг кўз тузилиши ва оптикasinинг ишлаш тизими билан боғлиқ. Кўз структурасининг асосий оптик элементларига мугуз парда (кўзнинг энг устки тиниқ пардаси), кўзнинг рангдор пардаси, кўз қорачиғи, кўз гавҳари ва тўр пардалар киради (1.4-расм). Ушбу элементлар орқали қабул қилинган тасвирий ахборотлар кўриш нерви орқали миёга етиб боради.



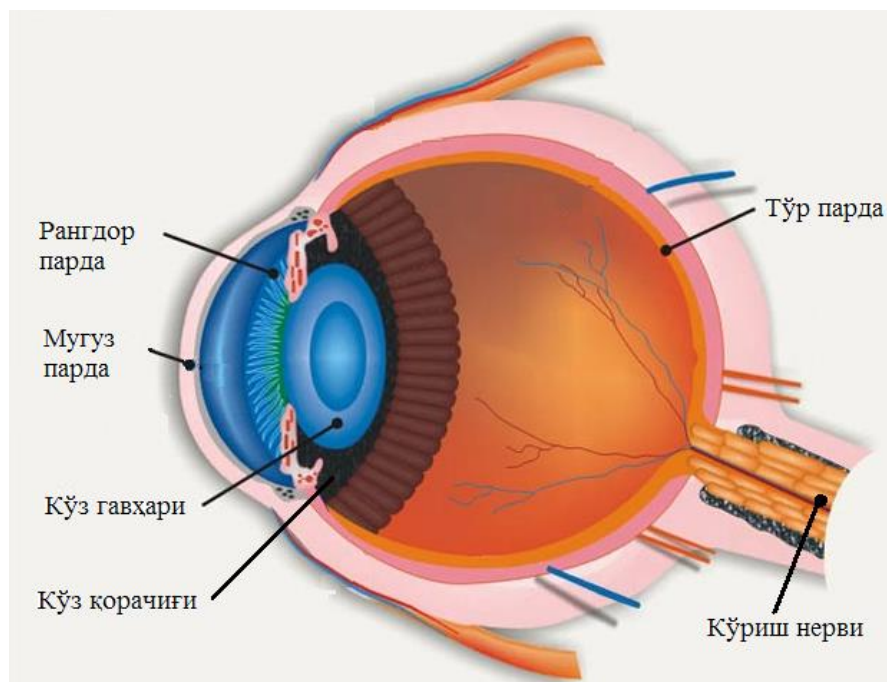
1.1-расм. Ёруғлик таъсирида жисм сиртида ранг ҳосил бўлиши.



1.2-расм. Оқ нурнинг призмага таъсири орқали рангларни ҳосил қилиш.



1.3-расм. Табиат ходисаси – камалак ранглари.



1.4-расм. Одам кўзи оптикиси тузилиши.

2. Рақамли тасвир тушунчалари

Ҳозирги замонавий компьютерларда график режим асосан RGB ранг системада ишлайди. Унда битта пикселда учта ранг (R-қизил, G-яшил, B-кўк) аралашмасидаги ранг қиймати бўлади. Унда мумкин бўлган ранглар сони $256^3=16777216$ тага етади. Бу режим жонли табиатдаги кузатилган ранглардан қолишмайдиган тасвирни сақлаш, ишлов бериш ва узатиш имконини беради. Ҳар қандай рангни учта асосий бўлган - қизил, яшил ва кўк рангларнинг аралашмаси ёрдамида тасвирлаш мумкин. Агар биз 3 байт ёрдамида

нуктанинг рангини кодлаштирмакчи бўлсак, унда 1-байт қизил, 2-байт яшил, 3-байт эса кўк рангни ифодалайди. Рангли тўпламнинг байт қиймати қанчалик катта бўлса, мазкур ранг шунчалик аниқ ва равшан бўлади.

RGB ва бошқа ранг системаларининг хусусиятлари билан кейинги бўлимларда кенгроқ танишамиз.

Энди, рақамли тасвирнинг бевосита компьютер хотирасида қандай кўринишда сақланишини кўриб чиқамиз. Бизга маълумки, компьютерларнинг ясси экранларида тасвирлар асосан икки ўлчовли (2D) массив (ёки матрица) шаклида ифодаланади. Икки ўлчовли тасвирни иккита X, Y координаталар ўқиға жойлаш мумкин. Бунда фақат y координата ўқининг ўсиши юқоридан пастға қараб ўзгаради. Демак, бу ҳолда координаталар боши матрицанинг чап юқори бурчағида жойлашади. Тасвирнинг эни – w ва бўйи – h каби ифодаланиб, улар матрицанинг устунлари ва қаторлари сонини ифодалайди (1.5-расм).

Матрицанинг X, Y элементларида тасвир рангига мос қиймат сақланади. Ранг қиймати сақланадиган жойни пиксел (*Pixel*) деб ҳам юритилади. Демак, пиксел деганда энг кичик тасвир нуктаси (ёки бўлағи)ни тушуниш мумкин. Буни янада соддароқ тушунишингиз учун қуйидаги ҳолатни кўз олдингизға келтиринг.

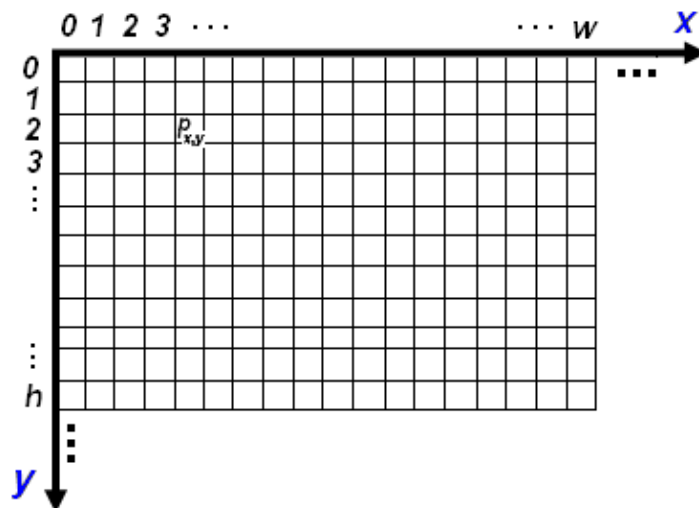
Айтайлик, сизнинг қўлингизда қоғоз шаклидаги бирор сурат ва қайчи бор. Сиз қайчи билан қўлингиздаги суратни энлаб ва бўйлаб шундай майдалангки, уни бошқа яна майдалаб қирқшингизни иложи бўлмасин. Ана ўша энг кичик қоғоз бўлағини “пиксел” сифатида қарашингиз мумкин. Майдаланган қоғоз бўлакчаларига эътибор берсангиз фақат бир хилдаги рангни кўрасиз. Демак, рақамли тасвирлар пикселида фақат битта ранг қиймати жойлашади. Бирор X, Y координатадаги пикселни $p_{x,y}$ каби ифодалаш мумкин.

Шу ўринда, “Мегапиксел” (Мп) тушунчасини изоҳлаб ўтсак. Мега – бу миллион деган маънони беради. Масалан, 1 Мегапиксел ўлчовимиз 1 млн. та пиксел дегани. Мисол учун тасвиримизнинг ўлчами 1920×1200 ҳажмда бўлса, y ҳолда бу тасвирнинг пикселлардаги ҳажми 2,3 Мп бўлади. Яъни, бунда тасвирнинг эни 1920 та пиксел (ёки нукта), бўйи эса 1200 та пиксел, жами пикселлар сони $1920 \times 1200 = 2\,304\,000$ та пикселға тенг бўлади ва ҳ.к. Турли рақамли тасвирлар билан боғлиқ қурилмалар, хусусан, фотоаппаратларнинг асосий техник хусусиятлари уларнинг битта кадрға (ёки матрицаға) қанча пикселларни сиғдира олиши билан баҳоланади. Яъни, битта кадрда қанчалик кўп пикселларни ўзида қамраб олса, ана ўша фотоаппаратнинг тасвирлар сифати юқори бўлади.

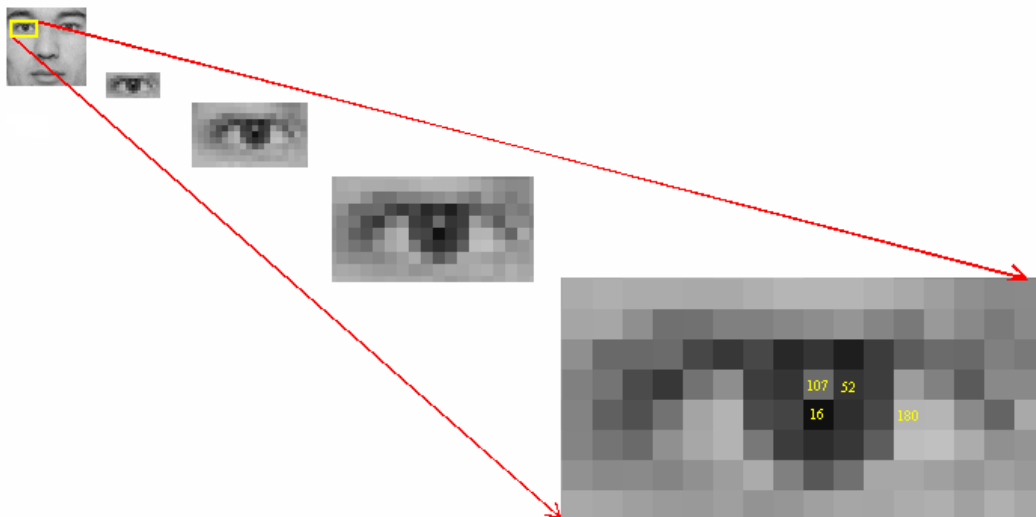
Таъкидлаш керакки, пикселлардаги ранг қийматлари ахборот ўлчов бирликларидан бўлган 1 **байт** ҳисобида ўлчанади. Яъни, пикселлардаги ранг қийматлари $0 \div 255$ оралиғидаги қийматлардан бириға тенг бўлади. Бунда ранглар 0 дан 255 гача тўқ рангдан очариб бориши кузатилади.

Агар тасвир **рангли** бўлса, юқорида таъкидлаганимиздек, битта пикселда учта ранг (**Red**-қизил, **Green**-яшил, **Blue**-кўк) аралашмалари мавжуд бўлиб, уларнинг ҳар бири $0 \div 255$ оралиғида тусланади. Агар тасвир **кулранг** (ёки нимранг; ингл. “Grayscale”; рус. “Полутоновый”) бўлса, y ҳолда пикселдаги ранг қийматлари фақат битта ранг компонентидан иборат бўлиб, y $0 \div 255$ оралиғида, яъни қора (0)дан оқ (255)гача бўлган ранглардан иборат бўлади. Кулранг тасвирлар ҳозирги кунда маиший ҳаётимизда деярли учрамайди. Лекин, уларни олдинроқ, яъни бир неча ўн йиллар олдин кўп учратганмиз. Масалан, олдинги (эски) телевизорларимиз ҳозиргидек рангли эмас, кулранг (одамлар тилида оқ-қора дейилган) бўлган, шунингдек, фотосуратлар ҳам худди шундай бўлган ва ҳ.к.

Кулранг тасвир (юз тасвири)нинг бир бўлағини катталаштирилган ҳолати ва ундаги пикселларда ранг қийматларининг намуна кўринишини 1.6-расмда кўришингиз мумкин.



1.5-расм. Икки ўлчовли координаталар ўқи бўйича тасвир матричасининг кўриниши.



1.6-расм. Кулранг (юз) тасвири бўлаги ва ундаги пиксел ранг қийматлари.

3. Рақамли видео тушунчалари

Рақамли видео-тасвирлар ўз навбатида рақамли тасвирларнинг вақт бўйича кетма-кет келиши билан ифодаланади. Масалан, 1 секунд ичида ўртача 25 та тасвир (кадр)нинг кетма-кет келиши бизнинг кўзимизга ҳаракатдаги видео-тасвир бўлиб кўринади.

Видео-тасвирларни турли услублар билан ҳосил қилиш мумкин. Масалан, камералар ёрдамида тасвирларни рақамли кўринишда хотирага ёзиш мумкин. Камераларнинг ҳам турлари кўп, масалан Веб-камера (1.7-расм), видео камера (1.8-расм), IP камера (1.9-расм).



1.7-расм. Веб камера.



1.8-расм. Видео камера.



1.9-расм. IP камера.

Видео файллар тасвир+овоз ёки фақат тасвир шаклида бўлиши мумкин. Одатда видео файллар сиқилган ҳолда сақланади. Уларнинг турли форматлари мавжуд.

Тасвир форматлари

Ҳозирги кунга қадар ко'плаб тасвир турлари paydo bo'ldi. Улар bir-biridan o'ziga xos xususiyatlari bilan ajralib turadi. Quyida ulardan bir nechasi ko'rib chiqaylik.

BMP (Windows Device Independent Bitmap) - Microsoft kompaniyasi dasturchilari tomonidan ishlab chiqilgan. RGB rang tizimini o'zida mujassamlashtirgan. Tasvir o'quvchi dasturlariga deyarli barchasi bu tipdagi tasvirlarni o'qiy oladi. Bu turdagi tasvirlar boshqa turdagi tasvirlarga nisbatan hajmi kattaligi bilan farqlanib turadi.

GIF (Graphic Interchange Format) - CompuServe kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan bo'lib, tarmoqlarda grafik axborotlarni tezkorlik bilan uzatishga mo'ljallangan. Hozirgi kunda Internetda bu turdagi tasvirlardan foydalanish ko'l keladi. SHu bilan birga bu turdagi tasvirlarda o'tkazuvchanlik, ya'ni tiniqlik xususiyati mavjudki, u yordamida bitta faylda bir necha tasvirlarni joylashtirish va ular orqali animatsion (xarakatli) tasvirlarni Hosil qilish mumkin. Animatsiyali GIF-fayllarni yaratish uchun GIF Construction Set va Microsoft GIF Animator kabi dasturlardan foydalanish mumkin.

PSD (Photoshop document) – Photoshop grafik dasturida eng qo'p qo'llaniladigan rastrli tasvir turi. Unda tasvir sifati o'zgarmagan Holda hajmi ancha kichik bo'ladi. Bunda tasvirni siqish (hajmini kamaytirish) RLE standarti asosida amalga oshiriladi.

JPEG (Joint Photographic Experts Group) - 16,7 mln. tagagacha (24 bitli) bo'lgan ranglarni ifodalash imkoniyatiga ega bo'lgan rastrli tasvir turi. JPEG standartida siqib, hajmi kichraytirilgan tasvir Hisoblanadi. Tasvir hajmi kichik bo'lishiga qaramay sifat a'lo darajada. Bu esa, bu tasvir turining GIF tasvir turiga nisbatan ustunligini anglatadi. Bunday tasvirlarni Internetda

joylashtirish qulay. Bu turdagi tasvirlarni o'zaro tarmoq yoki Internetda uzatish tezligi ham yuqoriligi ta'minlanadi.

TIFF (Tagget Image File Format) – skaner orqali olingan tasvirlarni saqlashga mo'ljallangan. Barcha rang modellarini o'zida mujassamlashtira oladi. Poligrafiyada keng qo'llaniladi. Hozirgi kunda nashriyotda aynan shu turdagi tasvirlardan ko'proq foydalanilmoqda.

GIF tasvir formati

Graphic Interchange Format (GIF) – O'zaroalmashinuvchi Grafik Format degan ma'noni anglatib, u 1980 yillarda tasvirlarni ahborot tarmoqlarida uzatishda mash'hur bo'lgan edi. 1980 yilda WWW (World Wide Web) ijodkorlari GIF formatini o'zining qulay va keng tarqalganligi sababli qabul qildilar. Hozirda Webdagi tasvirlarning asosiy qismini GIF formati tashkil etadi. Deyarli barcha Web browser (ko'rgich)lari tasvirlar uchun GIF grafik formatini qo'llaydi. GIF formati o'z tarkibida qisqartirish shemasini saqlab qoladi va uning fayllari 8-bit (256 yoki undan ozroq rang) rangli paletgacha cheklanadi. Hozirda GIF formatida yanada tiniqroq ranglarga ega variantlari ham mavjud. Ba'zi manbalarda "GIF87a" yoki "GIF89a" kabi formatlarni ham ko'rishingiz mumkin. Bular barcha web ko'rgichlarida ishlaydi va siz bemalol ko'rishingiz yoki foydalanishingiz mumkin.

Amalda ko'pchilik web ustalari sahifa elementlarini yaratishda GIF formatidan foydalanishni ma'qul ko'rishadi. JPEG formatini esa fotosuratlarida ishalatishadi. Murakkab fotografik tasvirlarda JPEGning qisqartirish jarayoni sifatni unchalik o'zgartirmaydi.

GIF tasvirlarining afzalliklari:

- Webda eng ko'p qullaniladigan grafik format;
- Barcha web ko'rgichlari GIF formatidagi tasvirlarni qo'llab quvvatlaydi;
- GIFning diagrammatik tasvirlari JPEGga qaraganda chiroyliroq ko'rinadi;
- GIF aniqlikni va o'zaro birikish xususiyatini ta'minlaydi.

JPEG tasvirlarining afzalliklari:

- Tez uzatilishi va ko'chirib olinishi mumkin;
- Fotosurat va meditsina suratlarida juda yaxshi natija beradi;
- To'liq rangli (24-bit "haqiqiy rang") tasvirlarni qo'llaydi.

Rang va GIF tasviri

GIF grafik formati ahborot tarmoqlarida tasvirlarni uzatishni osonlashtirish maqsadida yaratilgan. Fayl o'lchani kichiklashtirish maqsadida GIF ijodkorlari fayldagi ranglarning umumiy sonini 256 ta bilan belgilaganlar. Natijada, tasvirlar indeksiyalangan rangli tasvirga aylanadi. 8-bit tushunchasi GIF tasviridagi har bir piksel uchun ajratilgan hotira bitlarining sonini bildiradi. Har bir raqamli bit faqat "1" yoki "0" bo'la oladi holos. Natijada har bir piksel uchun ajratilgan 8 bitdagi "1" va "0" lardan tashkil topgan 256 ta kombinatsiya hosil qilinishi mumkin. Yuqorida eslatib o'tganimizdek, **indeksiyalangan rang** tushunchasi 256 rangli indeks katakchalarida hosil qilinuvchi ranglarga ishora qilinishidir.

Ko'rinishidan 256 hil rang har qanday tasvirlarni aks ettira oladigandek, lekin GIF grafikasining ko'pchilik fotosuratlarida ishlaydigan ba'zi bir ranglarni ifodalash qobiliyati chegaralangan bo'ladi. Agarda to'liq rangli 24-bitli tasvirni (milliondan ortiq rangni o'z ichiga olgan) 256 hil rangli GIFga o'tkazsangiz, bu erda tasvirning ba'zi ifodalari yoqolishi mumkin. Bunday holatda Fotoshop kabi tasvir tahrirlagichlari orqali turli rangli piksellarni bir-biriga birlashtirish orqali biroz masofadan ko'ringanda normal ko'rinishni bedadigan holatga olib kelish mumkin.



2-rasm.

a) GIF bo'yicha qisqartirilgan holati, b) JPEG bo'yicha qisqartirilgan holati.

JPEG tasvir formati

JPEG (Jeypeg deb talaffuz qilinadi) bu tasvirlarni standartlashtirilgan qisqartirish mexanizmi hisoblanadi. JPEG so'zi ushbu standartni yozgan guruh so'zlarining bosh harflaridan olingan bo'lib, bu Joint Photographic Experts Group, ya'ni o'zbek tilida Qo'shma Fotosurat Mutahassislarning Guruh degan ma'noni bildiradi. JPEG rangli va oq-qora rangdagi barcha tasvirlarni qisqartirish maqsadida yaratilgan tasvir formatidir. U fotosuratlarda, tabiat manzaralarini tasvirlashda va shunga o'xshash tasvirlarda juda qulay hisoblanadi. Biroq oddiy multfilmlarda, illyustratsiya yoki chizmakashlikda unchalik ham qulay hisoblanmaydi. JPEG faqat harakatsiz suratlariga ishlatiladi. Harakatlanuvchi tasvirlarda MPEG dep nomlanuvchi standartdan foydalaniladi. JPEG bir oz "yuqotuvchi" tasvir formati. Buning ma'nosi agar tasvirni qayta yoyilgandan so'ng asli bilan solishtirganda bir oz yo'qotish kuzatiladi. Aslida JPEGni ishlov ko'lami inson ko'zining ko'rish chegaralariga asoslangan bo'ladi. Bu erda ba'zi ranglarni kichik o'zgarishi tasvirning umumiy ranglarining yoriqroq bo'lishiga sabab bo'ladi va u nisbatan sezilmaydi. Shuning uchun, JPEG insonlar tomonidan ko'rilishini nazarda tutilgan holda tatbiq etilgan. Agar siz tasviringizni mashina tahliliga qo'ysangiz, bu erda JPEG tomonidan kichik hatoliklar kelib chiqishi mumkin, hattoki bu hatolar ko'z bilan ilg'ab bo'lmasa ham.

JPEGning qulay xususiyati shundan iboratki, tasvir sifatining yomonlashuvi uni qisqartirish parametrlarini o'zgartirish bilan o'zgarishi mumkin. Bu erda foydalanuvchi ikki yo'ldan biri, ya'ni fayl o'lchamining kattaroq bo'lishi orqali sifat yaxshilanishi yoki sifatni biroz yomonlashib o'lchamning kichiklashishiga rozi bo'lishiga to'g'ri keladi. Agar sifat masalasi muhim bo'lmagan, masalan arxivlashtirish, holatlarda bemalol qisqartirish parametrlarini kattaroq ko'rsatishingiz mumkin. O'z navbatida qisqartirish parametrlari orqali yoqori sifat saqlab qolinishi mumkin.

Yana bir muhim jihatni aytib o'tish kerakki, qisqartirilgan JPEG fayllarini dekode (qayta yoyuvchi)ning yoyish tezligini oshirish hisobiga noaniq hisoblashlarga yo'l qo'yiladi va natijada tasvir sifati yomonlashadi.

GIF tasvir formati

Graphic Interchange Format (GIF) – O'zaroalmashinuvchi Grafik Format degan ma'noni anglatib, u 1980 yillarda tasvirlarni ahborot tarmoqlarida uzatishda mash'hur bo'lgan edi. 1980 yilda WWW (World Wide Web) ijodkorlari GIF formatini o'zining qulay va keng tarqalganligi sababli qabul qildilar. Hozirda Webdagi tasvirlarning asosiy qismini GIF formati tashkil etadi. Deyarli barcha Web browser (ko'rgich)lari tasvirlar uchun GIF grafik formatini qo'llaydi. GIF formati o'z tarkibida qisqartirish shemasini saqlab qoladi va uning fayllari 8-bit (256 yoki undan ozroq rang) rangli paletgacha cheklanadi. Hozirda GIF formatida yanada tiniqroq ranglarga ega variantlari ham mavjud. Ba'zi manbalarda "GIF87a" yoki "GIF89a" kabi formatlarni ham ko'rishingiz mumkin. Bular barcha web ko'rgichlarida ishlaydi va siz bemalol ko'rishingiz yoki foydalanishingiz mumkin.

Amalda ko'pchilik web ustalari sahifa elementlarini yaratishda GIF formatidan foydalanishni ma'qul ko'rishadi. JPEG formatini esa fotosuratlarda ishalatishadi. Murakkab fotografik tasvirlarda JPEGning qisqartirish jarayoni sifatni unchalik o'zgartirmaydi. GIF tasvirlarining afzalliklari:

- Webda eng ko'p qullaniladigan grafik format;
- Barcha web ko'rgichlari GIF formatidagi tasvirlarni qo'llab quvvatlaydi;
- GIFning diagrammatik tasvirlari JPEGga qaraganda chiroyliroq ko'rinadi;
- GIF aniqlikni va o'zaro birikish xususiyatini ta'minlaydi.

JPEG tasvirlarining afzalliklari:

- Tez uzatilishi va ko'chirib olinishi mumkin;
- Fotosurat va meditsina suratlarida juda yahshi natija beradi;
- To'liq rangli (24-bit "haqiqiy rang") tasvirlarni qo'llaydi.

Rang va GIF tasviri

GIF grafik formati ahborot tarmoqlarida tasvirlarni uzatishni osonlashtirish maqsadida yaratilgan. Fayl o'lchani kichiklashtirish maqsadida GIF ijodkorlari fayldagi ranglarning umumiy sonini 256 ta bilan belgilaganlar. Natijada, tasvirlar indeksiyalangan rangli tasvirga aylanadi. 8-bit tushunchasi GIF tasviridagi har bir piksel uchun ajratilgan hotira bitlarining sonini bildiradi. Har bir raqamli bit faqat "1" yoki "0" bo'la oladi holos. Natijada har bir piksel uchun ajratilgan 8 bitdagi "1" va "0" lardan tashkil topgan 256 ta kombinatsiya hosil qilinishi mumkin. Yuqorida eslatib o'tganimizdek, **indeksiyalangan rang** tushunchasi 256 rangli indeks katakchalarida hosil qilinuvchi ranglarga ishora qilinishidir.

Ko'rinishidan 256 hil rang har qanday tasvirlarni aks ettira oladigandek, lekin GIF grafikasining ko'pchilik fotosuratlarda ishlaydigan ba'zi bir ranglarni ifodalash qobiliyati chegaralangan bo'ladi. Agarda to'liq rangli 24-bitli tasvirni (milliondan ortiq rangni o'z ichiga olgan) 256 hil rangli GIFga o'tkazsangiz, bu erda tasvirning ba'zi ifodalari yoqolishi mumkin. Bunday holatda Fotoshop kabi tasvir tahrirlagichlari orqali turli rangli piksellarni bir-biriga birlashtirish orqali biroz masofadan ko'ringanda normal ko'rinishni bedadigan holatga olib kelish mumkin.



2-rasm.

a) GIF boyicha qisqartirilgan holati, b) JPEG bo'yicha qisqartirilgan holati.

JPEG tasvir formati

JPEG (Jeypeg deb talaffuz qilinadi) bu tasvirlarni standartlashtirilgan qisqartirish mexanizmi hisoblanadi. JPEG so'zi ushbu standartni yozgan guruh so'zlarining bosh harflaridan olingan bo'lib, bu Joint Photographic Experts Group, ya'ni o'zbek tilida Qo'shma Fotosurat Mutahassislarining Guruhi degan ma'noni bildiradi. JPEG rangli va oq-qora rangdagi barcha

tasvirlarni qisqartirish maqsadida yaratilgan tasvir formatidir. U fotosuratlarda, tabiat manzaralarini tasvirlashda va shunga o'xshash tasvirlarda juda qulay hisoblanadi. Biroq oddiy multfilmlarda, illyustratsiya yoki chizmakashlikda unchalik ham qulay hisoblanmaydi. JPEG faqat haratkatsiz suratlariga ishlatiladi. Harakatlanuvchi tasvirlarda MPEG dep nomlanuvchi standardan foydalaniladi. JPEG bir oz "yuqotuvchi" tasvir formati. Buning ma'nosi agar tasvirni qayta yoyilgandan so'ng asli bilan solishtirganda bir oz yo'qotish kuzatiladi. Aslida JPEGni ishlov ko'lami inson ko'zining ko'rish chegaralariga asoslangan bo'ladi. Bu erda ba'zi ranglarni kichik o'zgarishi tasvirning umumiy ranglarining yoriqroq bo'lishiga sabab bo'ladi va u nisbatan sezilmaydi. Shuning uchun, JPEG insonlar tomonidan ko'rilishini nazarda tutilgan holda tatbiq etilgan. Agar siz tasviringizni mashina tahliliga qo'ysangiz, bu erda JPEG tomonidan kichik hatoliklar kelib chiqishi mumkin, hattoki bu hatolar ko'z bilan ilg'ab bo'lmasa ham.

JPEGning qulay xususiyati shundan iboratki, tasvir sifatining yomonlashuvi uni qisqartirish parametrlarini o'zgartirish bilan o'zgarishi mumkin. Bu erda foydalanuvchi ikki yo'ldan biri, ya'ni fayl o'lchamining kattaroq bo'lishi orqali sifat yaxshilanishi yoki sifatni biroz yomonlashib o'lchamning kichiklashishiga rozi bo'lishiga to'g'ri keladi. Agar sifat masalasi muhim bo'lmagan, masalan arhivlashtirish, holatlarda bemalol qisqartirish parametrlarini kattaroq ko'rsatishingiz mumkin. O'z navbatida qisqartirish parametrlari orqali yoqori sifat saqlab qolinishi mumkin.

Yana bir muhim jihatni aytib o'tish kerakki, qisqartirilgan JPEG fayllarini dekoder (qayta yoyuvchi)ning yoyish tezligini oshirish hisobiga noaniq hisoblashlarga yo'l qo'yiladi va natijada tasvir sifati yomonlashadi.

Ranglarni tasvirlash sistemalari xususiyatlari. Rang sistemalarini bir-biriga matematik almashtirish usullari.

1. Рангли тасвирлар ҳақида

Рангли тасвирларнинг ҳар пиксели учун энг камида 2 бит керак. Ҳар бир пикселда ранг чуқурлиги 16 бит бўлган (65536 рангли) тасвир HighColor номини, ҳар бир пикселида 24 бит бўлган (16,7 млн. рангли) тасвир TrueColor номини олган. Компютерларнинг график тизимларида ҳар бир пиксел 32,44 ва ундан кўп бит болган тасвирлардан ҳам фойдаланилади.

Рангли тасвир уч матрица (қизил, яшил ва кўк ранглар учун) ёрдамида, ёки ҳар бир ранг учун маълум битларни ажратган ҳолда бир матрица ёрдамида сақланиши мумкин. Маълумки, ёритилганлик даражасининг бир-биридан фарқи 1 фоиздан кам бўлса, у ҳолда буни одамнинг кўзи одатда сеза олмайди. Шунинг учун рангли тасвирларни сақлашда уни ҳар бир пикселининг ранги учун бир байт ажратиш етарли. Аммо фойдаланиш мумкин бўлган натижаларга эришиш учун рангли тасвирнинг ҳар бир пикселини хотирага жойлаштиришда бир байт ахборотни ишлатиш етарли. Бу ҳолда икки хил рангнинг ҳар бири учун 3 бит ва учинчи рангни бериш учун 2 бит зарур. Математик нуқтаи назардан, айрим ҳолларда рангли тасвирни уч ўлчамли векторлар матрицаси сифатида қараш қулай.

Рангли тасвирларни намоиш қилиш, қайта ишлаш ҳамда таҳлил қилиш жараёнларида техника ва технологияларга боғлиқ равишда турли типдаги ранглар системаларидан фойдаланилади. Ҳозирда дунёда кенг фойдаланиладиган ранг системалари билан қуйида батафсил танишиб чиқамиз.

2. Ранг системалари ҳақида

Ранглар билан боғлиқ турли илмий-амалий масалаларни ҳал қилиш учун турлича ранг системаларидан фойдаланилади. Биз кўпроқ компьютерлар экранида акс этувчи RGB ранг системаси асосидаги рақамли тасвирлар билан ишлаймиз. Лекин, бошқа турли илмий-амалий масалаларда бошқа ранг системаларидан, хусусан, XYZ, Lab, HSI, HLS, CMYK кабилардан фойдаланилади.

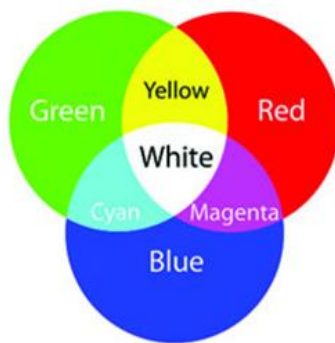
“Ранг системаси” атамасини илмий адабиётларда “Ранг модели” ёки “Ранг фазоси” деб ҳам юритилади.

Ранг системаларини ишлаб чиқиш ва стандартлаштириш бўйича ҳозирги кунда махсус комиссия иш юритади. Бу комиссия Австрияда жойлашган бўлиб, CIE (Commission International de l'Eclairage) халқаро комиссияси деб номланади. Ҳозирги қадар бир қатор дунё олимлари томонидан ранг тадқиқотлари натижалари бўйича илмий ишланмалар шу комиссия тасдиғидан ўтган ва стандартлаштирилган. Уларда ранг системаларининг бир қатор маълумотлари, хусусан, ранг системаларининг хоссалари, фойдаланиш тармоқлари, улар устида математик алмаштириш формулалари кабилар тўлиқ берилади.

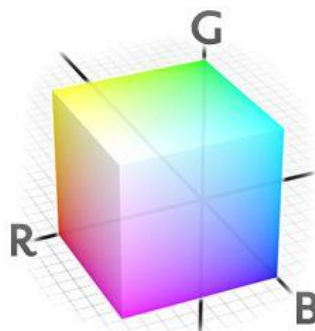
Бу илмий марказнинг, яъни комиссиянинг фаолиятига 100 йилдан ошди. Шу давр мобайнида халқаро комиссия томонидан кўплаб ранг системалари стандартлаштирилди. Бу ранг системалари илмий тадқиқотлар ва ишлаб чиқаришда аҳамиятлидир.

Ушбу бўлимда CIE комиссияси томонидан стандартлаштирилган бир нечта ранг системалари билан танишамиз.

RGB ранг системаси. Бу ранг системаси компьютер экрани учун мослаштирилган (техник) ранг ҳисобланади (2.1-2.2-расмлар). Унда уч хил ранг аралашмаси мавжуд бўлиб, улар Red (қизил), Green (яшил) ва Blue (кўк) ранглاردир. Ҳар бир ранг миқдори $0 \div 255$ оралиғида бўлади. Демак, учта рангнинг ҳар бирлик миқдорлари асосида $256^3 = 16777216$ та рангни ифодалаш мумкин бўлади. Бу ранг системаси қурилманинг хусусиятига боғлиқ бўлади. Масалан, **RGB** нинг бирор бир хил қийматга эга бўлган ранги икки хил мониторда икки хил кўринади.



2.1-расм. RGB ранг системасининг оддий кўриниши.

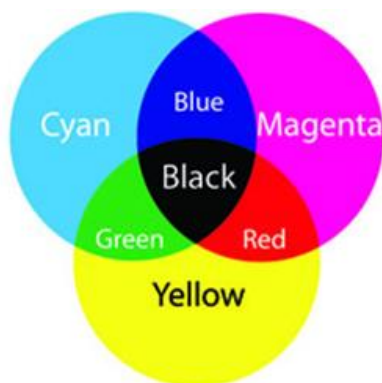


2.2-расм. Уч координатали RGB ранг фазоси.

CMY / CMYK ранглар модели. Асосан рангли принтерлар учун мўлжалланган ранг системаси ҳисобланади. Бунда CMYK: Cyan-ҳаворанг, Magenta-бинафша (сиёҳ) ранг, Yellow-сарик, Key-калит (қора) маъноларини англатади (2.3-расм).

CMY ранглар фазоси кўкимтир (Cyan), қирмизи (Magenta) ва сарик (Yellow) рангларида ташкил топади. Ушбу ранглар фазоси RGB ранглар фазосининг таркибий қисми ҳисобланади, чунки кўкимтир, қирмизи ва сарик ранглар мос ҳолда яшил, қизил ва кўк рангларининг таркибий қисмлари ҳисобланадилар. Кўкимтир, қирмизи ва сарик ранглар айрилиш асосий ранглар ҳисобланади. Ушбу асосий рангларни оқ рангдан айириш орқали бошқа ранглар ҳосил қилинади. Кўкимтир қизил рангни, қирмизи яшил рангни ва сарик кўк рангни ўзига сингдиради. Тасвирда сарик ва кўкимтирни орттириш ёки қирмизи (яшилнинг компоненти) рангни камайитириш орқали яшилни орттириш мумкин.

Уч асосий ранглар - кўкимтир, қирмизи ва сариқ – билан бирга қора ранглар жараён ранглари (process colors) деб аталади. Ушбу модел эса СМҮК ранглар модели деб аталади. Чоп қилиш жараёнида қора ранг (К) қўшилади, чунки у қолган учта рангларнинг комбинациясига қараганда тозароқ қорадир. Тоза қора ранг юқоридаги даражадаги контрастни таъминлайди. Яна бу ерда қора сиёҳнинг рангли сиёҳларга қараганда арзонроқ эканлигидан иборат қўшимча омил ҳам мавжуд.



2.3-расм. СМҮК ранг системаси.

HSI ранглар модели. Рангларни тасвирлашда уларнинг туси, тўйинганлиги ва ёрқинлиги энг муҳим хусусиятлари бўлганлиги учун уларга асосланувчи ранглар моделининг бўлиши мантиқан олганда ўринлидир. Ана шундай ранглар модели бўлиб HSI ранглар модели ҳисобланади.

HSI ранглар моделидан фойдаланганда рангни ҳосил қилиш учун неча фоизи кўк ёки яшил бўлишини билиш шарт эмас. Исталган рангни ҳосил қилиш учун шунчаки тусни ўзгартириш етарли. Тўқ қизилни пушти рангга ўзгартириш учун тўйинганлик даражасини ўзгартириш керак. Рангларни тўқ ёки очроқ қилиш учун уларнинг ёрқинлик даражасини ўзгартирилади.

HSI ранглар моделидан жуда кўп жойларда фойдаланилади. Машинавий кўришда (Machine vision) HSI ранглар моделидан турли объектларнинг ранглари ажратиб олиш учун фойдаланилади. Турли хил тасвирларни қайта ишлаш амалларида фақатгина тасвирнинг ёрқинлик даражаси устида иш олиб борилади. Ушбу амаллар HSI ранглар моделида ифодаланган тасвирлар устида анчагина осонроқ бажарилади.

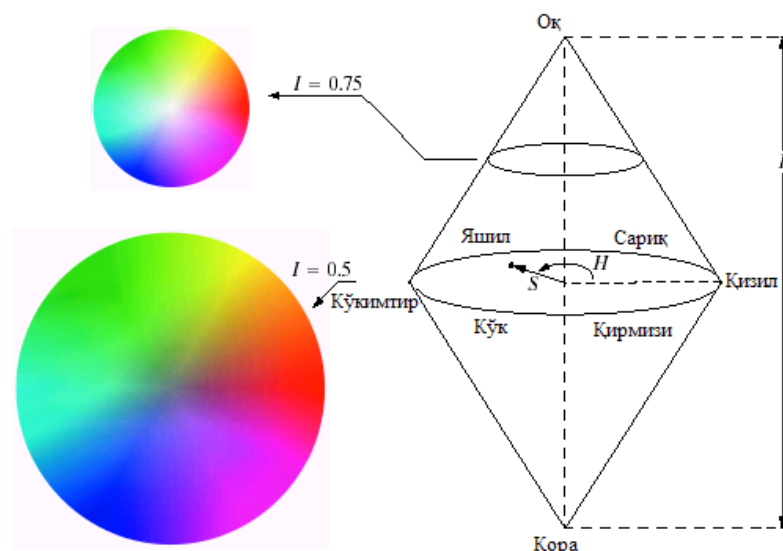
HSI ранглар модели цилиндрик координаталар ёрдамида моделлаштирилади. 2.4-расмда HSI ранглар модели бири иккинчисини устига ўрнатилган конуслар ёрдамида тасвирланган.

Рангнинг туси 0° дан 360° гача ўзгарувчи Θ бурчак сифатида ифодаланади. Рангнинг тўйинганлиги 0 дан 1 гача ўзгарувчи радиусга тўғри келади. Ёрқинлик z ўқи бўйлаб 0 қорага ва 1 оққа тўғри келган ҳолда ўзгаради.

$S = 0$ бўлганда ранг ёрқинлиги 1 га тенг бўлган кулрангдир. $S = 1$ бўлганда рангнинг қиймати юқоридаги конус асоси чегарасидадир. Тўйинганлик даражаси қанчалик катта бўлса, ранг оқ/кулранг/қорадан шунчалик узоқроқ бўлади (ёрқинлик даражасига қараб).

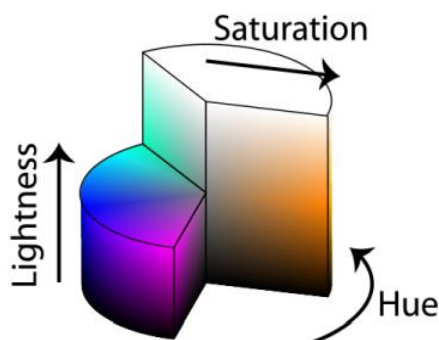
Тусни ўзгартириш рангни 0° бўлганда қизил, 120° бўлганда яшил, 240° бўлганда кўк ва 360° бўлганда яна қизил бўладиган ҳолда ўзгартиради. $I = 0$ бўлганда ранг қора бўлади ва шунинг учун H аниқланмаган. $S = 0$ бўлганда ранг кулрангдир. H ушбу ҳолда ҳам аниқланмаган.

I ни ўзгартириш орқали рангни тўқроқ ёки очроқ қилиш мумкин. $S = I$ бўлган ҳолда I ни ўзгартириш ана шу рангнинг турли хил даражаларини ҳосил қилинади.



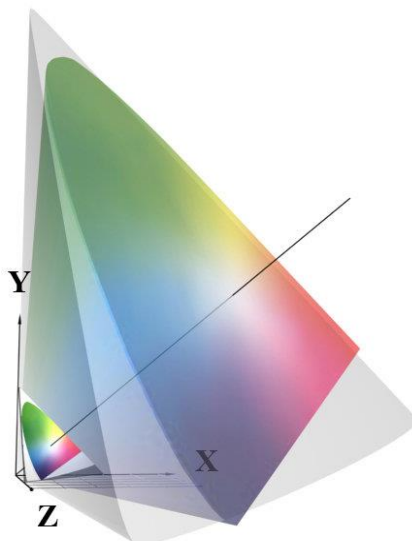
2.4-расм. HSI ранглар моделининг кўш конус шаклида тасвирланиши.

HLS ранг системаси. Hue - ранг фарқи (соя), Lightness - тиниқлик, Space – тўйинганлик. Турли ранг эффектларини ҳосил қилишда қўл келади. Бу модел одам кўзи идрокига яқин келади. Шунингдек, бу ранг модели оптик ва фотометрик ҳисоблашлар учун қулайдир. Унда ранг фарқи (соя) - ёруғлик тўлқин узунлигига, тиниқлик - ёруғлик миқдорига, тўйинганлик - ёруғлик қувватига мос келади. Бу модел ёруғлик манбаи ва материаллари билан ишлашда қулай ҳисобланади. Ушбу ранг моделининг умумий чизмада тасвирланиши 2.5-расмда келтирилган.



2.5-расм. HLS ранг модели.

CIE XYZ ранг модели. CIE комиссияси томонидан одамлар кўзи билан боғлиқ кўплаб тажрибалар ўтказилгандан кейин қабул қилинган. Яъни кўплаб инсонларнинг кўриш имкониятлари бўйича кўплаб маълумотлар тўпланган ва улардан ўртача кўриш ҳолати учун ушбу модел ишлаб чиқилган. Бу моделда рангнинг қизил компоненталари X ўқи бўйлаб (горизонтал) тортилган, яшил компоненталар эса, Y ўқи бўйлаб (вертикал) тортилган (2.6-расм). Бунда ранг тиниқлиги ҳисобга олинмайди.

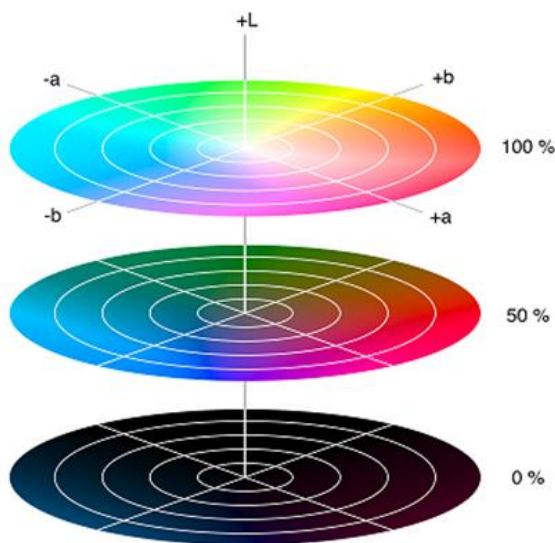


2.6-расм. CIE XYZ ранг модели

CIE Lab ранг системаси. Lab ранг системаси инсон кўзи орқали табиий рангларни кўриш технологиясига асосланган бўлиб, унинг қийматлари ҳаётий (реал) рангларга мос келади. Бу йирик илмий кашфиёт ҳисобланади. Шу сабабли ҳам бу ранг системага асос солган олимлар Дэвид Хьюбл ва Торстен Вайзел лар ҳақли равишда Нобель мукофоти совриндори бўлишган.

Lab – бу тўртта асосий ва иккита қўшимча, ҳаммаси бўлиб олти та ранглардан ташкил топган модел ҳисобланади (2.7-расм). Бунда **a** нинг мусбат қиймати қизил рангга, манфий қиймати эса яшил ранг қийматига мос келади. **b** нинг мусбат қиймати сариқ рангга, манфий қиймати эса кўк ранг қийматига мос келади. **a** ва **b** ларнинг қиймат қабул қилиш чегаралари - 120 дан 120 гача. **L** нинг қиймати 0-100 гача бўлиб, рангнинг ёруғлик даражасини беради. Бунда 0 қиймат қора рангни, 100 эса оқ рангни англатади. 0 дан 100 гача оралиқдаги рақамлар оқ-қора ранглар аралашмаларини ифодалайди.

Таъкидлаганмиздек, ушбу CIE Lab ранг системаси инсон кўзи билан қабул қилинувчи реал рангларга яқин келади. Шу сабабли ҳам бу ранг системаси ёрдамида ранг ва бўёқ ишлари билан боғлиқ илмий-амалий масалаларни ҳал этса бўлади. Бунда албатта стандартдаги ранг бўёқлари ёки ранг пигментларидан фойдаланилади (2.8-2.9-расмлар).



2.7-расм. CIE Lab ранг системасининг фазовий кўриниши.



2.8-расм. Ранг бўёқлари.



2.9-расм. Ранг пигментлари.

Таъкидлаганмиздек, юқорида келтирилган ранг тизимларидан турли амалий масалаларни ҳал этишда фойдаланилади. Ҳозирги кунда ранг технологиялари билан илмий ва амалий ишлар олиб бораётган дунёдаги бир қатор илмий марказлар, лабораториялар ҳамда фирмаларнинг иш фаолияти тўғрисида қуйида қисқача маълумотлар келтириб ўтамиз.

- **HunterLab илмий ишлаб чиқариш лабораторияси.** АҚШда жойлашган бу лабораторияда ранглар билан илмий тадқиқотлар олиб борилади ва унинг тадбиқи асосан тўқимачилик фабрикаларида амалга оширилади. Тадқиқотлар асосан *Lab* ранг системаси учун мўлжалланган. Бу лабораториянинг иш фаолияти билан тўлиқроқ танишиш учун <http://www.hunterlab.com/> сайтига мурожаат қилиш мумкин.
- **BabelColor компанияси.** Бу компанияда ҳам рангларнинг илмий тадқиқотлари ва амалий тажрибалари олиб борилади. Унда асосан RGB, XYZ ва Lab ранг системаларида ишлашади. Уларни бир-бирига алмаштириш усуллари ва ранг фарқларини ҳисоблаш каби тадқиқотларни олиб боришади. Компаниянинг иш фаолиятни билан тўлиқроқ танишиш учун www.BabelColor.com сайтига кириш.
- **MetrologyColorLab илмий-техникавий лабораторияси.** Ранг системалари, ёруғлиқнинг оптик таъсирларида рангларнинг ўзгаришлари ва уларни ҳисоблаш усуллари таклиф этишган. Шунингдек, ранглар миқдорларини ўлчовчи турли техник асбобларни ишлаб чиқариш ва уларнинг ишлаш принциплари тўғрисида

кўплаб маълумотларни оммага етказишади. Бу лаборатория тўғрисида тўлиқроқ www.djsu.com сайтида танишишингиз мумкин.

- **Avantes фирмаси.** Рангларни колориметрик ўлчаш усуллари ҳамда ўлчаш асбобларининг тарғиботи ва савдоси билан шуғулланувчи ишлаб чиқариш фирмаси. www.avantes.ru сайтида фирманинг иш фаолияти билан тўлиқ танишиш мумкин.
- **Techkon фирмаси.** Германияда жойлашган бу фирма рангларни ўлчовчи қурилмаларни ишлаб чиқариш, тарғиб этиш ва сотиш билан шуғулланади. Бу фирманинг Россия ва МДХдаги вакили "Мак Центр" фирмасидир. Фирманинг расмий сайти <http://www.techkon.com>.

Шунингдек, ранглар тадқиқотлари ва унинг амалиётга тадбиқи билан шуғулланувчи бошқа марказларга DataColor International, CIE, Munsell Color System, Massachusetts College of Art, Committee for graphic arts technologies standards, Federal Institute for Materials Research and Testing кабиларни мисол сифатида кўрсатиш мумкин.

3. Ранг моделлари (системалари)ни ўзаро бир-бирига математик алмаштириш усуллари

Энди стандарт ранг системаларини бир-бирига математик алмаштириш усуллари билан танишамиз.

Бир ранг системасидан иккинчи ранг системасига ўтишни “→” каби белги билан ифодалаймиз. Масалан, RGB ранг системасидан ISH ранг системасига ўтиш усули учун RGB→ISH каби белгилашдан фойдаланамиз. Демак, бошладик.

RGB → ISH .

Бунда ISH ранг системасини I –қувват, S –тўйинганлик ва H – ранглилик каби тушунилади. RGB дан ISH ранг системасига ўтиш формуласи қуйидаги кўринишга эга.

$$\left. \begin{aligned} I &= (r + g + b) / 3 \\ S &= 1 - \min(r, g, b) / I \\ H &= \arctan \left(\frac{\sqrt{3}(g - b)}{(2r - g - b)} \right) \end{aligned} \right\},$$

бу ерда, $r = \frac{R}{R + G + B}$; $g = \frac{G}{R + G + B}$; $b = \frac{B}{R + G + B}$

RGB → YUV.

$$\left. \begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\ U &= -0.147R - 0.289G + 0.437B \\ V &= 0.615R - 0.515G - 0.100B \end{aligned} \right\}$$

RGB → XYZ .

$$\left. \begin{aligned} X &= 0.607R + 0.1740G + 0.200B \\ Y &= 0.299R + 0.5870G + 0.114B \\ Z &= 0.000R + 0.0660G + 1.116B \end{aligned} \right\}$$

XYZ → RGB .

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3.240479 & -1.537150 & -0.498535 \\ -0.969256 & 1.875992 & 0.041556 \\ 0.055648 & -0.204043 & 1.057311 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}.$$

XYZ → Lab.

$$L^* = 116f(Y/Y_n) - 16,$$

$$a^* = 500[f(X/X_n) - f(Y/Y_n)],$$

$$b^* = 200[f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)].$$

бу ерда,

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & \text{азар } t > (6/29)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6} \right)^2 t + \frac{4}{29}, & \text{акс холда.} \end{cases}$$

$$X_n = 96,720; \quad Y_n = 100; \quad Z_n = 81,427.$$

Lab системасига ўхшаш (яқин) бўлган Luv системасига қўйидагича ўтилади.

$$\begin{cases} u = 13 W (4X / (X + 15Y + 3Z) - 0.199) \\ v = 13 W (6Y / (X + 15Y + 3Z) - 0.308) \end{cases}$$

Lab → XYZ.

$$\begin{aligned} X &= X_n * (P + a^* / 500)^3 \\ Y &= Y_n * P^3 \\ Z &= Z_n * (P - b^* / 200)^3 \end{aligned}$$

бу ерда $P = (L^* + 16) / 116$.

RGB → PHS .

$$\left. \begin{aligned} P &= \sqrt{R^2 + G^2 + B^2} \\ H &= \arctan \left(\frac{\sqrt{2} (B - R)}{\sqrt{2} * G - R - B} \right) \\ S &= \arccos \left(\frac{R + \sqrt{2} G + B}{2P} \right) \end{aligned} \right\}$$

RGB → YIQ .

$$\begin{aligned} [Y] &= [0.299 \ 0.587 \ 0.114] [R] \\ [I] &= [0.596 \ -0.275 \ -0.321] [G] \\ [Q] &= [0.212 \ -0.523 \ 0.311] [B]. \end{aligned}$$

YIQ → RGB .

$$\begin{aligned} [R] &= [1 \ 0.956 \ 0.621] [Y] \\ [G] &= [1 \ -0.272 \ -0.647] [I] \\ [B] &= [1 \ -1.105 \ 1.702] [Q]. \end{aligned}$$

RGB → CMYK .

$$\left. \begin{aligned} C &= 1 - (R / 255) \\ M &= 1 - (G / 255) \\ Y &= 1 - (B / 255) \\ K &= \text{Min}(C, M, Y) \end{aligned} \right\}$$

CMYK → RGB .

$$\left. \begin{aligned} R &= (1 - C) \cdot 255 \\ G &= (1 - M) \cdot 255 \\ B &= (1 - Y) \cdot 255 \end{aligned} \right\}$$

RGB → HSV.

$$H = \text{Cos}^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right\},$$

$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B} [\min(R, G, B)],$$

$$V = \frac{1}{3} (R + G + B).$$

HSV → RGB .

1) $0^0 < H \leq 120^0$ учун

$$b = \frac{1}{3}(1 - S), \quad r = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^0 - H)} \right], \quad g = 1 - (r + b).$$

2) $120^0 < H \leq 240^0$ учун

$$r = \frac{1}{3}(1 - S), \quad g = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^0 - H)} \right], \quad b = 1 - (r + b).$$

3) $240^0 < H \leq 360^0$ учун

$$g = \frac{1}{3}(1 - S), \quad r = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^0 - H)} \right], \quad b = 1 - (r + b).$$

RGB → HLS .

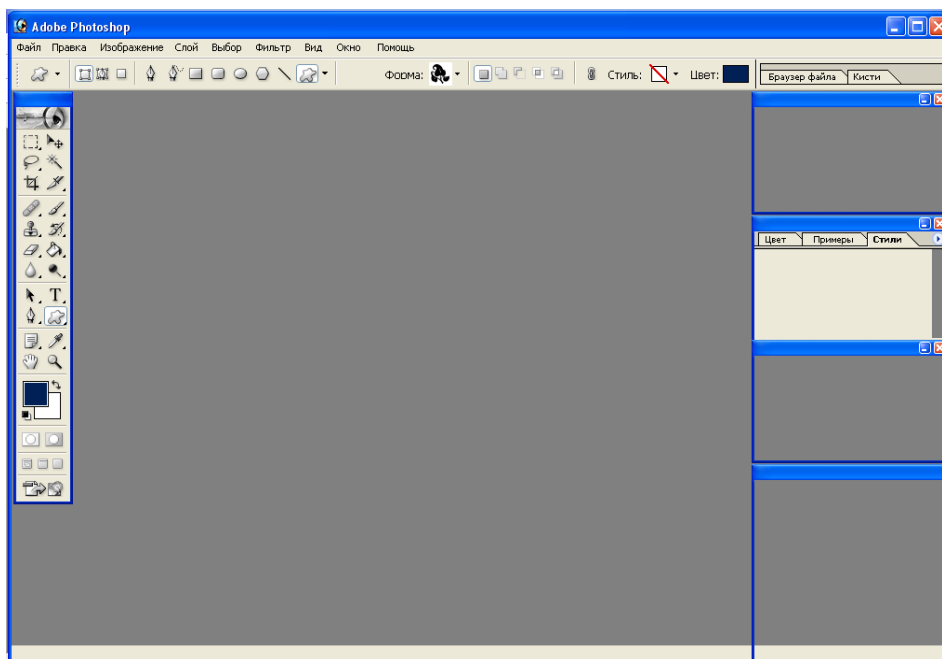
$$p = \begin{cases} 0, & a_{\text{zap max}} = \min \\ \left(60^\circ \times \frac{g-b}{\max-\min} + 360^\circ \right) \bmod 360^\circ, & a_{\text{zap max}} = r \\ 60^\circ \times \frac{b-r}{\max-\min} + 120^\circ, & a_{\text{zap max}} = g \\ 60^\circ \times \frac{r-g}{\max-\min} + 240^\circ, & a_{\text{zap max}} = b \end{cases}$$

$$l = \frac{1}{2}(\max + \min)$$

$$S = \begin{cases} 0, & a_{\text{zap max}} = \min \\ \frac{\max - \min}{\max + \min} = \frac{\max - \min}{2l}, & a_{\text{zap max}} \leq \frac{1}{2} \\ \frac{\max - \min}{2 - (\max + \min)} = \frac{\max - \min}{2 - 2l}, & a_{\text{zap max}} > \frac{1}{2} \end{cases}$$

2-Mavzu: Adobe Photoshop dasturi imkoniyatlari. Adobe Photoshopda tasvir fayllarini xosil qilish, tasvirlarni sozlash va taxrirlash.

Dasturni ishga tushirishni ikki hil usuli bo'lib, birinchisi ishchi stoliga joylashtirilgan yorliqni sichqonchanning chap tugmasini ikki marta bosish orqali va ikkinchi usul Start tugamsidagi barcha dasturlar katalogidan tanlash orqali ya'ni, Start > All Programs > Adobe Photoshopni bosish orqali amalga oshiriladi. Natijada Adobe Photoshopni ishchi oynasi hosil bo'ladi (12-rasm):



12-rasm. Adobe PhotoShop dasturining ishchi muhiti

Ushbu oynaning yuqori qismida menyu satri joylashgan bo'lib, u quyidagi qismlardan iborat: **File** (Файл), **Edit** (Правка), **Image** (Изображение), **Layer** (слой), **Select** (выбор), **Filter** (фильтр), **View** (Вид), **Window** (Окно) va **Help** (Помощь). (13-rasm)



13-rasm. Adobe PhotoShop dasturining yuqori menyusi

Uning tagida ish qurollarining xususiyatlari soxasi (**Панел Свойств - Options bar**) joylashgan. Agar ushbu soxa ekranda yo'q bo'lsa, uni **Окно (Window)** menyusidagi **Свойства (Options)** buyrug'i yordamida ekranga chiqarishimiz mumkin (14-rasm).



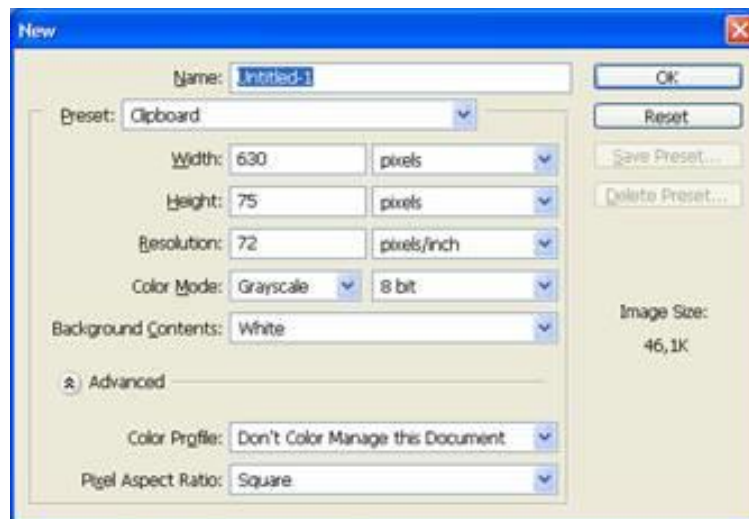
14-rasm. Hususiyatlar sohasi.

Xususiyatlar soxasining pastida ishchi soha joylashgan bulib, uning chap tomonida ish qurollari sohasini (**панел Инструментов - Toolbox**) ko'rishimiz mumkin. Ish sohasining ung tomonida xar- xil yordamchi sohalar joylanishi mumkin: **Слой - Layers**, **История - History**, **Каналы - Channel**, **цвета - Color**, **Стили - Style**, **Свойства кисти - Brushes**, **Свойства шрифта - Character** va hokazo. Ushbu sohalarni ham **Окно(Window)** menyusidagi buyruqlari yordamida ekranga chiqarishimiz va ekrandan olib tashlashimiz mumkin (15-rasm).



15-rasm. Bir necha yordamchi sohalar.

Yordamchi sohalarni kichkinashtirishimiz ham mumkin. Buning uchun sohaning yuqorisidagi kichkinalashtirish (свернуть) tugmasidan foydalanamiz. Yordamchi sohalardan bizga eng keraklisi bu ish qurollar sohasi (**Панел инструментов -Toolbox**) va qatlamlar sohasi (**Слой- Layers**). Yangi **PhotoShop** faylini yaratish yoki eski faylni qayta ochish uchun «Файл» menyusidagi **Создат** va **Открыт** buyrug'laridan foydalanamiz. Fayl yaratganimizda ekranda quyidagi oyna xosil qilinadi (16-rasm).

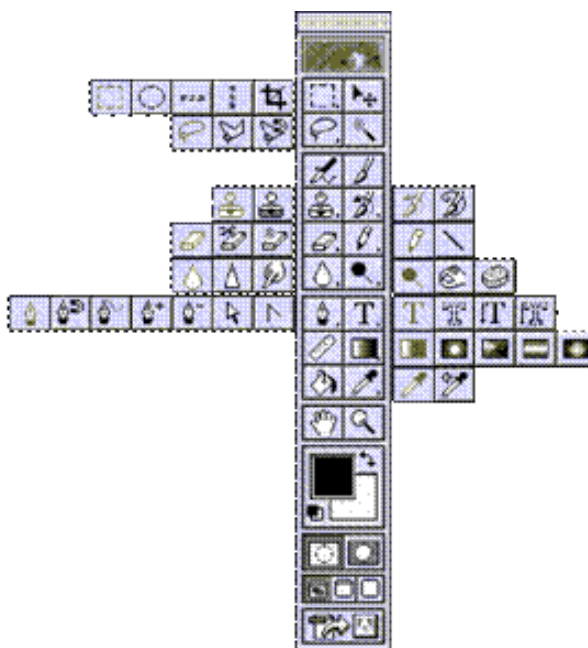


16-rasm. Yangi ishchi oyna tashkil qilish.

Bu oynada uning nomini **Name**, turini **Preset**, enini **Width**, buyini **Height**, sifatini **Resolution**, ranglar xolatini, orqa rangini tanlashimiz kerak buladi. Xammasini tanlagach **OK** tugmasini bosamiz va natijada ekranda yangi bo'sh ish soha xosil qilinadi.

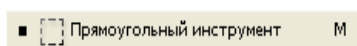
Adobe Photoshop dasturning ish qurollari. Soha tanlash.

Dasturda ishlash uchun yordamchi ish qurollar sohasidagi tugmalar bilan tanishaylik. U ekranning chap tomonida joylashadi. Agar u ekranda yo'q bo'lsa, u xolda Windows (Окно) menyusidagi Панель Инструментов - Toolbox buyrug'ini ishga tushirishimiz kerak.

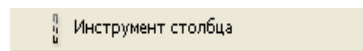
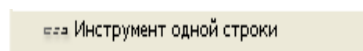
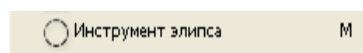


17-rasm. Ish qurollari sohasi.

Soha tanlash.



- To'rtburchak sohani tanlash - Rectangular marquee



- (прямоугольный инструмент) - [M] - ish sohasidagi aktiv qatlamda to'rtburchak sohani tanlash.
- Aylana sohani tanlash - Elliptical marquee (Инструмент эллипса) - [M] - ish sohasidagi aktiv qatlamda ellips sohani tanlash.
 - Alohida satr sohani tanlash - Single row marquee (Инструмент одной строки) - [M] - ish sohasidagi aktiv qatlamda bitta satrga teng sohani tanlash.
 - Alohida ustun sohani tanlash - Single column marquee (Инструмент столбца) - [M] - ish sohasidagi aktiv qatlamda bitta ustunga teng sohani tanlash.

Tanlangan sohaga qushimcha soha qo'shish uchun SHIFT tugmasini bosib turib, ushbu tugmadan qayta foydalanamiz. Agar ALT tugmasidan foydalanib soha tanlasak, u xolda tanlangan sohadan olib tashlash ma'nosini bildiradi.

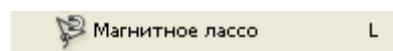
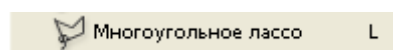
Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

SHIFT va ALT - tugmalar xarakatlariga o'xshash xolatlarni tanlash.

Feather - sohasi yordamida tanlangan soha chegaralarini qalinligi tanlash.

Style - sohasi yordamida tanlash xolatini tanlaymiz:

- **Normal** - cheksiz soha;
- **Constrained Aspect Ratio** - yonlari ko'rsatilgan proporsiyalardagi sohani tanlash;
- **Fixed size** - yonlari **ko'rsatilgan** kattaligidagi sohani tanlash.



- Lasso - Lasso (Лассо) - [L] - ixtiyoriy sohani tanlash. Agar tanlaganimizda ALT tugmasini bosib tursak, u xolda bizning lasso ko'pburchak lassoga o'xshab soha tanlaydi va ALT tugmasini bosganimizda tanlangan soha berkiladi.
- Ko'pburchak lasso - Polygonal lasso (Многоугольное лассо) - [L] - ko'pburchak sohani tanlash. Tanlangan sohani berkitish uchun sichqoncha tugmasini ikkitali bosish kerak yoki CTRL tugmasini bosib quyvorishimiz kerak bo'ladi.
- Magnit lasso - Magnetic lasso (Магнитное лассо) - [L] - o'xshash ranglar bo'yicha soha tanlash. Kompyuter tanlagan nuqtani bekor qilish uchun Backspace tugmasini bosish kerak.

Tanlangan sohaga qushimcha soha qushish uchun SHIFT tugmasini bosib turib ushbu tugmadan qayta foydalanamiz. Agar ALT tugmasidan foydalanib soha tanlasak, u xolda tanlangan sohadan olib tashlash ma'nosini bildiradi.

Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

SHIFT va ALT - tugmalar xarakatlariga o'xshash xolatlarni tanlash;

Feather sohasi yordamida tanlangan soha chegaralarini qalinligini tanlash;

Anti-Aliased opsiyasi tanlangan sohaning chegaralar rangini ko'zga ko'rinmas qilib bir- biriga moslash;

Width - tanlangan sohaning chegaralar qalinligini o'zgartirish;

Edge Contrast - magnit lassoning sezuvchanligini o'zgartirish;

Frequency - magnit lassoning avtomatik ravishda quyiladigan nuqtalar o'rtasidagi masofa.



- Sexrli tayogqcha - Magic wand (Волшебная палка) - [W] -

bir xil rangli sohani tanlash.
Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

SHIFT va ALT tugmalar xarakatlariga o'xshash xolatlarni tanlash;

Tolerance - soha tanlashda sehrli tayoqchani sezuvchanligini o'zgartirish;

Anti-Aliased opsiyasi tanlangan sohani chegaralar rangini ko'zga ko'rinmas qilib bir- biriga moslash;

Contiguous opsiyasi tanlangan sohani bitta umumiy bo'lishini yoki bir nechta qismdan iborat bo'lishini ta'minlaydi

Use All Layers opsiyasi sehrli tayoqchani soha tanlanganligi xamma qatlamlarga tegishli yoki faqat asosiy bo'lgan qatlamga tegishligini ta'minlaydi.

Tanlangan soha ustida biz xar- xil xarakatlarni bajarishimiz mumkin. Masalan xotiraga qirqib olib yoki nusxa olib, yangi qatlamga uni qo'yishimiz mumkin. Bundan tashqari uni xajmini o'zgartirish va ixtiyoriy tomonlarga aylantirishimiz mumkin. Va nixoyat uni ish soha bo'ylab siljitishimiz mumkin.

Agar ALT tugmani bosib xarakatlanishni boshlasak, u xolda tanlangan sohani nusxasi olinib u xarakatlanadi. Agar esa SHIFT tugmasidan foydalansak, u xolda tanlangan soha faqat vertikal va gorizontal xarakatlanadi. Tanlangan sohani klaviaturadagi yunalish strelkalari yordamida xam xarakatlantirish mumkin, shunda xar bita strelka bosilganida, tanlangan soha 1 pikselga siljiydi.

Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv buladi:

Auto Select Layer sohasi - sichqoncha yordamida aktiv bulmagan katlamni aktiv kilish.

Show Bounding Box - tanlangan soha chegaralarida ramka xosil kilish. Ushbu ramka yordamida rasmni chuzish va aylantirish mumkin buladi.



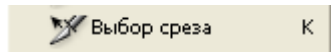
- Xarakatlanuvchi - Move (Переместить) - [V] - tanlangan sohani ish soha bo'ylab xarakatlantirish.



- Kadrlovchi - Crop (Усечение) - [C] - faylning kerak emas qismlarni qirqib olib, rasmni kichkinalashtirish. Buning uchun kerakli sohani tanlab ENTER tugmasini bosamiz, agar tanlanishni bekor qilmokchi bo'lsak, ESC tugmasini bosishimiz kerak.



- Bo'lish pichoqchasi - Slice (Срез) - [K] - tasvirni bir nechta qismga bo'lib chiqib, uni Internetda qismlarga bo'lingan xolatda chiqarish uchun tayyorlab quyadi.



Bulinishlarni sozlash - Slice select (Выбор среза) - [K] - bir nechta qismga bo'lingan tasvirni sozlash (bo'laklarni cho'zish).

Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

Style sohasi yordamida tanlash xolatini tanlaymiz. **Normal** - cheksiz soha, **Constrained Aspect Ratio** - yonlari ko'rsatilgan proporsiyalardagi sohani tanlash, **Fixed size** - yonlari ko'rsatilgan kattalikdagi sohani tanlash.

Show Slice Numbers - qismlarni nomerlarini ko'rsatish yoki ko'rsatmaslik;

Line Color - bo'linish chegaralarini rangini o'zgartirish;

Promote To User Slice - bulinishlarni avtomatik gorizontal va vertikal davomlash.

Slice Options tugmasi - bo'lakchani xususiyatlarini o'zgartirish va sozlash.

Matn va grafik shakllarni yaratish.

 **T** Matn - Type (текст) - [T] - tasvirga matn qo'shish. Ushbu ish qurol ishlatilgandan keyin yangi qatlam paydo bo'ladi (Text Layer).

Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

- oddiy matn yoki matn chegaralari xolati;
- matn yo'nalishini o'zgartirish;
- matn xarflari shaklini o'zgartirish;
- matn xarflari ko'rinishini o'zgartirish (qalin, yotiq, tagi chiziqli);
- matn xarflari kattaligini o'zgartirish;
- matn chegaralar turini o'zgartirish;
- matnni abzasda joylanishi: chap, o'rta yoki o'ng tomon bo'yicha;
- matn rangini o'zgartirish sohasi;
- Warp Text - matnni qiyshaytirish xolatlari;
- Palettes tugmasi - matn xususiyatlarini o'zgartirish oynasi bilan ishlash.

 To'rtburchak - Rectangle (прямоугольник) - [U] - to'rtburchak chizish.

 Aylanasimon to'rtburchak - Rounded Rectangle (скруглённый прямоугольник) - [U] - aylanasimon to'rtburchak chizish. Xususiyatlar satrida burchaklar radiusini o'zgartirish sohasi - Radius paydo bo'ladi.

 Aylana - Ellipse (эллипс) - [U] - aylana chizish.

 Ko'pburchak - Polygon (многоугольник) - [U] - ko'pburchak chizish. Ko'pburchak tomonlarning sonini Sides soha yordamida ko'rsatish mumkin.

 Chiziq - Line (линия) - [U] - to'g'ri chiziq chizish. Chiziq qalinligini Weight soha yordamida o'zgartirish mumkin.

 Maxsus shakllar - Custom Shape (выборочная форма) - [U] - har- xil tayyor shakllar chizish. Xususiyatlar satridagi Shape sohasi yordamida kerakli shaklni tanlashimiz mumkin.

Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

- shakl chizilish xolatini o'zgartirish tugmalari (yangi qatlamda - **Create New Shape Layer**, faqat yo'l - **Create New Work Path**, aktiv qatlamda - **Filled Region**);
- shakl turini tanlash tugmalari;
- shakl chizish yo'llari (**Unconstrained** - ixtiyoriy, **Square** - teng tomonli, **Fixed Size** - ko'rsatilgan razmerli, **Proportional** - proporsiyali);
- **Layer Style** - rang bilan buyash turi.

 Qo'l - Hand (пыка) - [H] - agar rasm ekranga to'lii sig'masa, u xolda bu ish qurolni tanlab sichqoncha yordamida rasmni siljitish mumkin. Rasmni ekranning o'ng va pastki qismlarda joylashgan ko'rib chiqish sohalari orqali xam siljitish mumkin, ammo bu ish qurol yordamida siljitish qulayroq va bu ish qurolni xoxlagan vaqtda "bush joy" (probel) tugmasini bosib turib

vaqtinchaga yoqib turish mumkin. Bush joyni quyvorsangiz ish qurol yana avvaldagi xolatga qaytadi.

Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

- **Actual Pixels** [Ctrl+Alt+0] - 100% ekran xolatiga utish tugmasi, ushbu xolatda rasmning 1 pikseli ekrandagi 1 pikselga mos bo'ladi;
- **Fit On Screen** [Ctrl+0] – to'lik ekran xolatiga o'tish tugmasi. Bu tugma yordamida rasm oyna xajmigacha cho'ziladi;
- **Print Size** - qogozga bosma (печатланиб) chiqqanda qanday chiqishini ko'rsatuvchi tugma.

 Lupa - Zoom (лупа) - [Z] - ekrandagi rasmni ko'rish masshtab foizini o'zgartirish mumkin. Yaqinlashtirish uchun sichqoncha bilan kerakli rasm qismiga ko'rsatib bir marta bosish kerak, yoki yaqinroq ko'rish kerak bo'lgan sohani sichqoncha bilan bosib turib tanlash kerak. Agar uzoqlashtirish kerak bo'lsa, u xolda klaviaturada **Alt** tugmasini bosib turib, sichqoncha bilan rasmga bir marta bosamiz. Ushbu yordamchi tugma xarakatlarni tezkor tugmalar orqali xam bajarish mumkin: Zoom In [**Ctrl+Plus**] - rasmni yaqinlashtirish, Zoom Out [**Ctrl+Minus**] - rasmni uzoqlashtirish, Actual Pixels [**Ctrl+Alt+0**] - rasmni 100% ekran xolatiga utish tugmasi, **Ctrl+Alt+Plus** - rasmni oyna bilan birgalikda kattalashtirish, **Ctrl+Alt+Minus** - rasmni oyna bilan birgalikda kichkinalashtirish, Fit On Screen [**Ctrl+0**] - rasm va oynani to'lik ekran xolatiga o'tkazish.

Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

- **Resize Windows To Fit** - rasmni oyna bilan birga o'zgarish xolatini yoqish;
- **Ignore Palettes** - oyna kattalashganda o'ng tomondagi yordamchi sohalar orqasiga o'tish mumkinligi yoki mumkin emasligini o'zgartirish;
- **Actual Pixels** [Ctrl+Alt+0] - 100% ekran xolatiga o'tish tugmasi, ushbu xolatda rasmning 1 piksel ekrandagi 1 pikselga mos bo'ladi;
- **Fit On Screen** [Ctrl+0] – to'lik ekran xolatiga utish tugmasi. Bu tugma yordamida rasm oyna xajmigacha cho'ziladi;
- **Print Size** - qogozga bosma (печатланиб) chiqqanda qanday chiqishini ko'rsatuvchi tugma.

 Pero - Pen (перо) - [P] - sichqoncha yordamida nuqtalar orqali shaklni yaratish.

 Ixtiyoriy pero - Freeform Pen (форма пера) - [P] - sichqoncha yordamida xarakat orqali shaklni yaratish.

 Yangi nuqta qo'shish - Add Anchor Point (добавление точки) - [net] - sichqoncha yordamida shaklga yangi burilish nuqtasini qo'shish.

 Nuqtani o'chirish - Delete Anchor Point (удаление точки) - [net] - sichqoncha yordamida shakldan burilish nuqtasini uchirish.

 Nuqtani o'zgartirish - Convert Point (Изменение точки) - [net] - shakl nuqtalarining joylanishini o'zgartirish (cho'zish).

 Izoxlar - Notes (Записи) - [N] - rasm ixtiyoriy sohasiga matnli izox qo'shish.



Tovush izoxlar - Audio Annotation (Аудио анатация) - [N] - rasm ixtiyoriy sohasiga tovush izoxni mikrafon orqali qo'shish. Paydo bo'lgan oynada Start tugmasini bosib yozishni boshlaymiz, tuxtatish uchun Stop tugmasini bosamiz, yozish oynasidan chiqib ketish uchun Cancel tugmasini bosamiz.



Tomizgich (пипетка) - Eedropper (пипетка) - [I] - ixtiyoriy rangni qayta asosiy rang qilib tanlash imkoniyatini yaratadi. Agar sizga orqa rang qilib tanlash kerak bo'lsa, u xolda Alt tugmasini bosib turishingiz shart bo'ladi.



Ranglarni solishtirish - Color Sampler (Семплер цвета) - [I] - Info yordamchi sohada 4 nuqtalar ranglari haqidagi ma'lumotlarni ko'rsatish imkoniyatini yaratadi. Nuqtani sichqoncha yordamida qo'yamiz, uchirish uchun esa Alt tugmasini bosib turib sichqoncha bir nuqta bosish kerak.



Chizgich- Measure (Мера) - [I] - rasmdagi masofani aniqlash uchun qo'llaniladi. Agar Alt tugmasidan foydalanib chizgich boshidan yoki oxiridan yana bitta chiziq chizish mumkin va u yordamida transportir sifatida foydalansa bo'ladi, chunki ikkita chiziqlar xosil qilgan burchak ulchamini ko'rsatadi.

Xususiyatlar satrida quyidagilar aktiv bo'ladi:

- ikkinchisigacha bo'lgan masofa (D1);
- birinchi nuqtadan uchinchigacha bo'lgan masofa (transportirdan foydalanganda) (D2) boshlovchi nuqta koordinatalari (X, Y);
- birinchi nuqtadan ikkinchisigacha bo'lgan masofa vertikal va gorizontal bo'yicha (W, H);
- X o'qi bo'yicha egilish burchagi (A);
- birinchi nuqtadan;
- **Clear** - chizgichni uchirish tugmasi.



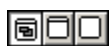
Ushbu tugma bir nechta amalni bajaradi:

1) Asosiy rangni tanlash - Set Foreground Color (выбрат свет переднего плана) - ustki turgan rang ko'rsatkichini (to'rtburchagini) bir marta bosib, xosil bo'lgan oynadan rang tanlaymiz.

2) Orqa yoki ichki rang tanlash - Set Background Color (выбрат свет фона) - pastki turgan rang ko'rsatkichini (to'rtburchagini) bir marta bosib, xosil bo'lgan oynadan rang tanlaymiz.

3) Asosiy va orqa ranglarni o'zgartirish Switch Foreground and Background Colors (переключит свет переднего плана и свет фона) [X] - asosiy va orqa ranglar ko'rsatkichlari (to'rtburchaklari) ustida joylashgan strelka yordamida asosiy va orqa ranglarni o'zaro o'rnini o'zgartirish.

4) Avtomatik asosiy va orqa ranglarni qora va oqqa o'tkazish - Default Foreground and Background Colors (установит свет переднего плана и свет фона по умолчанию) [D] - asosiy va orqa ranglar ko'rsatkichlari (to'rtburchaklari) tagida joylashgan kichkina belgilar yordamida asosiy rangni - qora, orqa rangni esa oqqa o'tkazish.



Ekran xolati - Screen Mode (режим экрана) - [F] - ekran xolatini o'zgartirish tugmasi. Birinchi **standart xolat** - стандартный (Standard Screen Mode) - asosiy xolat, rasm oynasi, menyu satri, ish qurollar sohasi va yordamchi sohalar ko'rinadigan xolat. Ikkinchi **menyuli to'lik ekran xolati** - полноэкранный со строкой меню программы (Full Screen Mode with Menu Bar) - to'lik ekran xolati, nom satri, oyna chegaralari, ma'lumotlar satri va ko'rib chiqish sohalar ko'rinmaydi. Uchinchi **menyusiz to'lik ekran xolati** - полноэкранный (Full Screen Mode) - to'lik ekran xolati, oldingiga qaraganda menyu satri ham ko'rinmaydigan xolat.

ImageReady dasturiga o'tish - Jump to ImageReady (переключица в ImageReady) - [Ctrl+Shift+M] - ochiq rasmni ImageReady dasturiga o'tkazadi va unda taxrirlashni davom etishga imkoniyat yaratadi.

Adobe Photoshop dasturning menyusi. Menyu Image - Образ, Select - Выбор va Edit - Редактирование.

Rasm ranglarini, hajmini va boshqa xususiyatlarini o'zgartirish uchun maxsus menyu bo'limi **Image** buyruqlaridan foydalanish kerak. Bulardan eng asosiylari bilan tanishaylik:

- Rejim - Режим (Mode) – buyrug'i rasm rejimini o'zgartirish. Asosiy rejimlar: **Grayscale** - kul rang xolatiga o'tkazish, **Indexed Color** – ko'rsatilgan ranglar soni xolatiga o'tkazish (256 gacha), **CMYK Color** – to'rta asosiy ranglar orqali kodlash (moviy, sariq, qora va qizgish ranglar), **RGB Color** - uchta asosiy ranglar orqali kodlash (qizil, yashil, ko'k)
- Taxrirlash - Корректировка (Adjust) - bu bo'limda joylashgan buyruqlarni aksariyati rasmni ranglar ustidan xar xil taxrirlash amallarini bajarish uchun yordam beradi.

Soha tanlash - bu fotomontajning eng asosiy xarakatlardan biri. Shuning uchun bu xarakatlarga doir bo'lgan **Select** menyu bo'limi buyruqlari bilan yaqinroq tanishaymiz. Soha tanlash ish qurollar bilan biz yuqoridagi mavzularda tanishganmiz. Ushbu ish qurollar bilan rasmning ixtiyoriy soha tanlaganimizda, u punktir chiziqlar bilan chegaralanib ko'rinadi.

Agar shu tanlangan sohaga yana boshqa ixtiyoriy sohani qo'shish uchun **Shift** tugmasini bosib qo'shimcha sohani tanlaymiz.

Agar shu tanlangan sohadan bir qismini tanlangandan chiqarib olish kerak bo'lsa, **Alt** tugmasini bosib shu sohani tanlaymiz.

Endi Select menyusining asosiy buyruqlari bilan tanishaylik:

- Xammasini tanlash - Все (All) - {Ctrl+Q+A} - butun rasm sohasini tanlash.
- Tanlashdan chiqarish - Снять выделение (Deselect) - {Ctrl+D} - Tanlangan sohani bekor qilish.
- Tanlashni ozg'artirish - Инверсия (Inverse) - Tanlangan sohani tanlovdan chiqarib, tanlanmagan sohani tanlash.
- Rang orqali tanlash - Диапазон цветов (Color Range) - Rang asosida tanlash. Sexrli tayyoqcha yordamchi tugmaga o'xshash xolatida ishlaydi.
- Chegaralar - Растушевка (Feather) - tanlangan sohaning chegaralari qalinligini aniqlash.
- O'zgartirishlar - Изменить (Modify) - tanlangan sohani xar xil xolatlar bilan o'zgartirish. Asosiy xolatlar:

Chegaralar - Памка (Border) - Tanlangan soha chegaralari bo'yicha siz ko'rsatgan hajmda tanlangan ramka sohasini yaratadi.

Chegarani silliqlashtirish - Сглаживание (Smooth) - Tanlangan sohaning burchakli chegaralarini yumshoq va silliklashtiradi.

Kattalashtirish - Растянут (Expand) - Tanlangan sohani siz ko'rsatgan masofaga proporsional kattalashtiradi.

Kichkinalashtirish - Свернут (Contract) - Tanlangan sohani siz kursatgan masofaga proporsional kichkinalashtiradi.

- Yonidagilarni qo'shish - Смежные пиксели (Grow) - Yonida joylashgan o'xshash ranglarni ham tanlangan sohaga qo'shish.

- O'xshashlarni qo'shish - Схожие пиксели (Similar) - ixtiyoriy joyda joylashgan o'xshash ranglar sohaslarini tanlangan sohaga qo'shish.
- Tanlangan sohani o'zgartirish - Преобразовать выделение (Transform Selection) - tanlangan sohani ixtiyoriy xolatda cho'zish va o'zgartirish.

Tanlangan sohaning shaklini o'zgartirish va u ustidan xar xil amallarni bajarish mumkin. Buning uchun bizga **Редактирование - Edit** menyu buyruqlari bizga yordam beradi. Masalan, tanlangan soha nusxasini xotiraga olish va qirqib olish (Копировать-Copy, Вырезать-Cut), xotiradan chiqarish (Вставить-Paste). Endi qolgan buyruqlar bilan tanishaylik:

Erkin o'zgartirish - Свободное преобразование (Free Transform)- ushbu buyruq natijasida tanlangan soha yoki rasm chegaralarida maxsus nuqtalar paydo bo'ladi. Ular yordamida tanlangan sohani cho'zish, egiltirish, aylantirish va boshqa harakatlarni bajarishimiz mumkin.

3-Mavzu: Tasvirlar ustida affin almashtirish usullari. Tasvirlarni qayta ishlashda bo'laklash (segmentasiyalash) usullari.

Kўйилgan masalalarni echiш жараёнида баъзан тасвир устида аффин алмаштиришларини (ингл. "Affine transformation", рус. "Аффинное преобразование") амалга оширишга тўғри келади. Аффин алмаштиришлари учун бир канча усуллар mavjud. Куйида уларнинг ичида икки ўлчовли (2D) тасвирлар учун энг кўп фойдаланиладиган усулларни кўриб чиқамиз.

Тасвирни бурчак бўйича буриш. Масаланинг моҳиятидан келиб чиқиб, тасвирларни қайта ишлаш жараёнида тасвирни бирор бурчак остига буриш талаб этилади. Тасвирни бурчак бўйича буриш формуласи куйидаги кўринишга эга.

$$x' = x \cdot \cos \alpha - y \cdot \sin \alpha,$$

$$y' = x \cdot \sin \alpha + y \cdot \cos \alpha.$$

Бу ерда α - бурилиш бурчаги; x, y - тасвирнинг бурилиши кутилатган пиксел координатаси; x', y' - пикселнинг янги координатаси.

Демак, бу ҳолатда бирор бурчак остига бурилиши керак бўлган тасвирнинг ҳар бир пиксели координатаси юқоридаги формула бўйича аниқланади ва ана шу янги координатага пиксел кўчириб ўтказилади. Таъкидлаш керакки, пикселни кўчириб ўтказишда унинг ранг қийматига дахл қилинмайди, фақат унинг жойлашув координатаси ўзгартирилади.

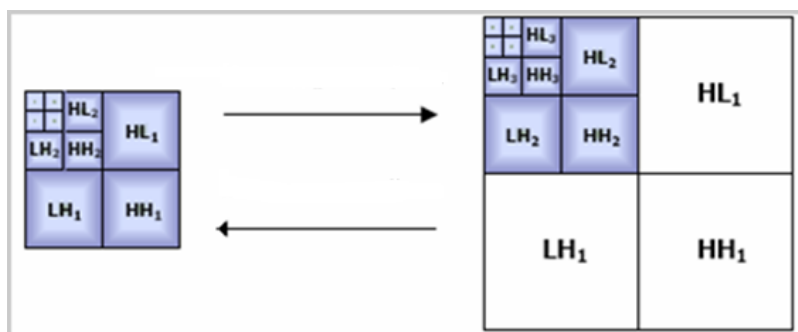
Тасвирларни турли бурчак остида буриш натижалари 3.33-расмда келтирилган.



3.33-расм. Тасвирни буриш натижалари. а) берилган тасвир; б) 30° га бурилган; в) 45° га бурилган; д) 90° га бурилган.

Тасвирни масштаблаш. Тасвирларни қайта ишлашда унинг эгаллаган ҳажми катта аҳамиятга эга. Ҳар қандай катталиқдаги тасвирлар учун умумий бўлган алгоритмларни

қуриш анча мураккаб иш ҳисобланади. Шу билан бирга катта ҳажмли тасвирларни қайта ишлаш учун кўп вақт сарфланади. Шу сабабли, кўпинча тасвир ҳажми (эни ва бўйи)ни кичрайтириш талаб этилади. Бундан асосий мақсад алгоритмлар ишлаш вақтини камайтириш орқали тизимнинг ишлаш тезлигини оширишдир. Оддий усулда даражани камайтириш ёки орттириш йўли билан тасвирни масштаблаш схемаси 3.34-расмда кўрсатилган.



3.34-расм. Тасвирни масштаблашнинг умумий схемаси.

Умумий ҳолда тасвирни масштаблашнинг формула кўринишини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$X' = X \cdot S_x, \quad Y' = Y \cdot S_y,$$

ёки матрица шаклида:

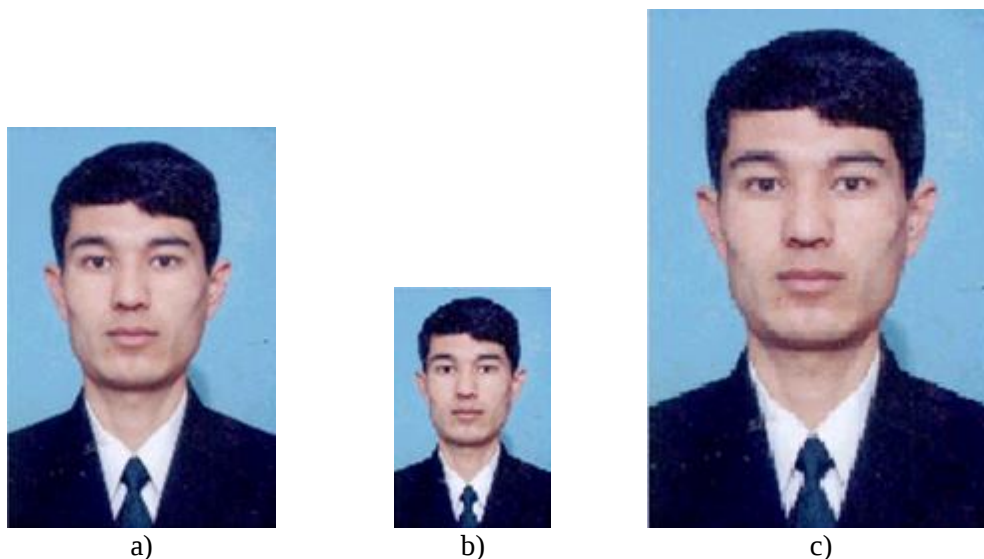
$$P' = P \cdot S,$$

бу ерда S - масштаблаш коэффиценти; X, Y – тасвирда қаралаётган пикселнинг дастлабки координатаси; X', Y' - пикселнинг янги координатаси.

Демак, бу ҳолатда агар S 1дан кичик бўлса тасвир кичраяди, аксинча, агар катта бўлса, тасвир катталашади.

Бу ерда шуни таъкидлаш керакки, тасвирни кичрайтириш жараёнида битта янги координата учун бир нечта пикселлар мос тушиб қолиши мумкин. Бу ҳолатда уларнинг ўртача ранг қийматини олиш мақсадга мувофиқдир. Аксинча, тасвирни катталаштирилганда дастлабки тасвирнинг битта пиксели янги (катталашаётган) тасвирда бир нечта қўшни бўлган пикселларга мос тушиши мумкин. Бунда ўша битта пиксел ранги бир нечта пикселларда ўз аксини топади. Бундай ҳолат, агар масштаблаш коэффиценти жуда катта бўлса, тасвир сифатининг тушиб кетишига сабаб бўлиши ҳам мумкин.

Формула асосида тасвирни масштаблаш намуналари 3.35-расмда кўрсатилган.



3.35-расм. Тасвирни масштаблаш намуналари. а) берилган тасвир;
б) тасвир кичрайтирилган ($S=0,6$); с) тасвир катталаштирилган ($S=1,3$).

OpenCV да Аффин алмаштиришлар

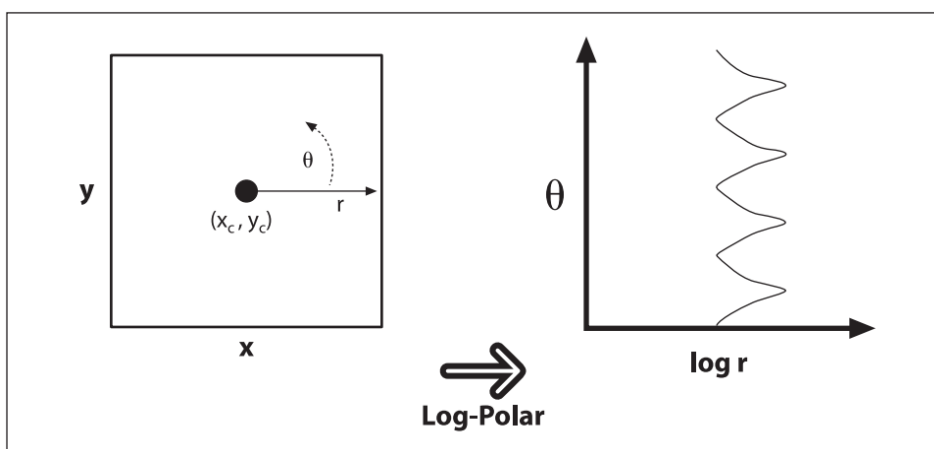
Тасвирни буриш:

```
CvMat* cv2DRotationMatrix( CvPoint2D32f center, double angle, double scale,  
CvMat* map_matrix );
```

Поляр алмаштириш:

```
void cvLogPolar(const CvArr* src, CvArr* dst, CvPoint2D32f center, double m,  
int flags = CV_INTER_LINEAR | CV_WARP_FILL_OUTLIERS );
```

Поляр алмаштириш деб, марказдаги нуктага нисбатан қаралаётган нукта(пиксел) нинг жойлашув координатаси бўйича бурчаги - θ ва масофасини - r кўрсатувчи янги фазога айтилади (4.9-расм).



4.9-расм. Поляр алмаштириш схемаси.

Дискрет-косинус алмаштириш:

```
void cvDCT( const CvArr* src, CvArr* dst, int flags );
```

Масофавий алмаштириш:

```
Void cvDistTransform(const CvArr* src,CvArr* dst,int distance_type = CV_DIST_L2,  
int mask_size = 3,const float* kernel = NULL,CvArr* labels = NULL);
```

Гистограммали тўғрилаш:

```
void cvEqualizeHist( const CvArr* src, CvArr* dst );
```

Тасвирларни қайта ишлашда бо'лаклар (segmentasiyalash) usullari

“Сегментация” сўзининг маъноси “Бўлаклар” сўзига мос келади. Шу сабабли, бу икки сўз бир маънони беради. Илмий адабиётларда ҳар икки терминдан фойдаланиш ҳоллари учрайди.

Қуйида тасвирни бўлаклар билан боғлиқ асосий тушунчалар ва усуллар билан танишамиз.

Тасвирларни бўлаклар деб, уларни талқин этиш мумкин бўлган бўлакларга ажратиш тушунилади. Шу сабабли унинг амалий жиҳатдан муҳим хусусий ҳоли – бу ёруғлик, геометрик ва бошқа хусусиятлари томонидан ҳам, моҳияти жиҳатидан ҳам турлича бўлган объектларни ажратиш олиш масаласидир. Бўлакларнинг муҳим вазифаларидан бири тасвирга ишлов беришнинг кейинги босқичларида ишлатилмайдиган ахборотни ташлаб юборишдир.

Масаланинг бир неча математик ифодаси мавжуд, уларнинг умумийроғи бир жинслилик предикати орқали берилган. Агар $f(x,y)$ - бўлакланаётган тасвир ёруғлик функцияси; x – унинг аниқланиш соҳасининг чекли тўпламостиси; $S=\{S1,S2,...,Sk\}$ – x ни k та бўшмас боғланган тўпламостиларга ажратиш; $Pn-S$ тўпламида аниқланган ва фақатгина бирор $Si: i \in [0,k]$ тўпламостининг икки нуқтаси маълум бир биржинслилик критерийсини қаноатлантиргандагина I “*рост*” (*TRUE*) қийматни оладиган предикат бўлса, тасвирни бўлаклаш деб, уни $S^*=\{S1^*,S2^*,...,Sk^*\}$ бўлакларга ажратиш тушунилади.

Тасвирларни бўлаклашда элементларнинг ўхшаш ёки фарқланишини назарий асословчи биржинслилик предикати муҳим аҳамиятга эга. Бўлаклашнинг бирор алгоритмини қўллаш жараёнида бўлаклаш соҳалари ва бир жинсли соҳаларни қандай белгилашни олдиндан ҳал этиш лозим. Бундай белгиларнинг сони объектлар ёки объект синфларининг сони билан аниқланади.

Бўлаклаш масаласини ечишга икки хил ёндошиш мумкин. Биринчиси бир соҳадан иккинчисига ўтишда тасвир нуқталари хусусиятларининг «узилиш» ғоясига асосланган. У бўлаклашни соҳаларнинг чегараларини аниқлаш масаласига келтиради. Иккинчиси эса, бир хил хусусиятли нуқталарни ажратиб олиб, уларни бирлаштириш, ном бериш ёки мазмунан нишонлашга асосланган. Биринчи йўналиш соҳаларнинг чегараларини ажратиб бўлаклаш дейилса, иккинчиси соҳа нуқталарини танлаб нишонлаш асосида бўлаклаш дейилади.

Тасвирларни бўлаклашда **соҳа ўстириш усуллари** кўпроқ қўлланилади. Бу усуллар тасвирларни бўлаклаш учун локал белгилар ҳақидаги ахборотдан фаол фойдаланишга асосланган ва ғояси жуда содда. Манба тасвирда бир нечта бошланғич нуқта олинади ва маълум белгилар билан белгиланади, сўнгра уларнинг атрофидаги нуқталар таҳлил қилинади. Агар кўрилаяётган икки нуқта (дастлаб бошланғич ва атрофдаги бирор нуқта, кейин эса олдинги қадамда аниқланган нуқта ва унинг бирор қўшниси) учун биржинслилик шарти қаноатланса, қўшни нуқта бўлакланган соҳанинг белгиси билан белгиланади. Кейин белгиланган янги нуқта учун яна шу жараён қайтарилади, яъни атрофда у билан биржинслилик шартини қаноатлантирувчи янги нуқта изланади. Бу жараён токи тасвирнинг ҳамма нуқталари белгиланмагунча давом этади.

Агар олдиндан тасвирдаги биржинсли майдонлар сони ва бошланғич нуқталарнинг ўрни (майдон чегарасидан етарлича узокда) маълум бўлса, ва биржинслилик мезони ҳисоблаш учун мураккаб бўлмаса, кўрилаяётган усул ёрдамида етарлича содда алгоритмлар тузиш ва сифатли натижалар олиш мумкин, акс холда (амалда кўпинча шундай) бу усуллар анча мураккаб жараёнга айланади.

Умуман олганда, тасвирларни сегментациялар усулларини қуйидаги тўртта синфга ажратиш мумкин.

- 1) Визуал биржинсли соҳалар асосида сегментациялаш.
- 2) Соҳалар чегараларини ажратиш орқалисегментациялаш.
- 3) Пиксел хусусиятлари асосида сегментациялаш.
- 4) Физик хусусиятлар асосида сегментациялаш.

Масалан, физик хусусиятлар асосида сегментациялашга мисол сифатида одам тери рангини ажратиб олиш масаласини кўришимиз мумкин. Маълумки, рангли тасвирларда битта нуқтадаги ранг қиймати учта ранг (*R-қизил, G-яшил, B-кўк*) аралашмаларидан ташкил топган. Тери рангидаги соҳаларни ажратиш учун айнан шу ранглар учун қуйидаги шартлар бажарилиши талаб этилади:

$$R > 95 \text{ ва } G > 40 \text{ ва } B > 20 \text{ ва } \max(R,G,B) - \min(R,G,B) > 15 \text{ ва} \\ |R-G| > 15 \text{ ва } R > G \text{ ва } R > B \text{ ва } [(R*100)/(R+G+B)] < 57 \text{ ва } [(G*100)/(R+G+B)] < 35 \\ \text{ва } [(B*100)/(R+G+B)] < 35 .$$

Берилган рангли тасвирда тери рангини бўлаклаб олиш натижаси қуйида (3.14-расм) кўрсатилган.



a)



b)

3.14-расм. Берилган рангли тасвир (a) ва тери ранги соҳаси (b).

Энди, бевосита тасвирларни бўлаклашнинг бир нечта усуллари билан танишамиз.

Тасвирларни бўлаклашнинг бўсағали усуллари. Энг оддий ва шу сабабли кенг тарқалган бўлаклаш усулларида бири тасвир нуқталари ёруғлигини бўсағалашдир. Бўсағали ишлов беришнинг мазмуни тасвир ёруғлик функцияси – $f(x, y)$ ни $S(x, y)$ га акслантирувчи T оператор ишлатиш демакдир:

$$S(x, y) = \begin{cases} \lambda_j, & \text{бу ерда } T_j \leq f(x, y) < T_{j+1}; \\ \lambda_0, & \text{бу ерда } f(x, y) \leq T_0; \\ \lambda_{k-1}, & \text{бу ерда } f(x, y) > T_{k-1}; \end{cases}$$

бу ерда $S(x, y)$ – тасвирларнинг бўлакланган ҳолдаги ёруғлик функцияси, K – бўлакланган соҳалар сони; $\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_{k-1}$ – бўлакланган соҳаларнинг нишонлари; $T_0, T_1, \dots, T_{k-1}$ – қийматларининг ўсишиш бўйича тартибланган бўсағалар кетма-кетлигидир. Берилган ораликда ётувчи манба тасвир нуқталари $\lambda_i, i \in [1, K]$ нишон билан нишонланувчи биржинсли синф ташкил этадилар.

$f(x, y)$ тасвирлардан бўлакланган $S(x, y)$ кўринишга ўтиш фақат нуқталар ёруғлиги асосидагина эмас, (x, y) координаталар ёки бирор маҳаллий хусусият $N(x, y)$ асосида ҳам амалга оширилиши мумкин. Демак, бўсағали ишлов беришга маълум бир вазиятда $T = [f(x, y), (x, y), N(x, y)]$ бўсаға функциясини ишга тушириш амали сифатида ҳам қараш мумкин. Тасвирнинг ҳар бир нуқтаси бир эмас бир неча хусусиятлар тўплами $N_1(x, y), N_2(x, y), \dots, N_i(x, y)$ билан бўлакланиши мумкин. $I > 1$ бўлганда $T_i, i \in [1, K]$ бўсағаларни танлаш жараёни адабиётлардан маълум таниб олиш (распознавание) назариясига айланади.

T оператор функциясининг кўринишига қараб бўсағали бўлаклаш усуллари иккига бўлинади. Агар бўсаға қиймати тасвир бўйлаб ўзгармас бўлса ва маҳаллий хусусият $N(x, y)$ га боғлиқ бўлмаса, бундай ишлов бериш ҳамда бўсағанинг ўзи умумий (глобал) дейилади. Агар T функция $F(x, y)$ гагина эмас, (x, y) координаталар ва маҳаллий хусусият $N(x, y)$ га ҳам боғлиқ бўлса, ундай ишлов бериш ва бўсағанинг ўзи маҳаллий деб аталади. Маҳаллий бўсағали ишлов беришга кўпинча мос умумий усулларнинг узвий ривожидан деб қараш мумкин.

Ўзгарувчан бўсағали бўлаклаш усули. Бунда барча табиий тасвирлар учун хос бўлган нотекис ёритилганлик ҳолларида қўлланилади. Бунда объект ва фон элементларининг ёруғлик даражалари нисбатан кўп ҳам бузилмасада, тасвирнинг бир қисмида фон ва объект ёруғрок, бошқа қисмида хирарок бўлиши мумкин. Агар шу тасвир учун ўзгармас бўсаға ишлатилса у тасвирни бирор қисмида яхши, иккинчисида эса ёмон натижалар бериши мумкин, яъни нуқталарини фонга ёки аксинча бўлаклаши мумкин. Шу каби муҳокамалар тасвирдаги манзараларда соялар бўлса ёки тасвир сезгирлиги ўзгарувчан қурилма ёрдамида ҳосил қилинганда ҳам ўринли бўлади.

Агар нотекис ёритиш (ёки соя тушиши) бирор функция ёрдамида ифодаланадиган бўлса, ёруғлик даражасидаги бу ҳатоликни дастлабки ишлов бериш жараёнида математик йўл билан йўқотиш мумкин. Бу ҳолда умумий бўсағали бўлаклаш қоникарли натижалар беради. Агар ҳатолик ҳақида олдиндан берилган ахборот мавжуд бўлмаса, унда тасвир

ёритилиш сифати тахминан бир хил майдонларга бўлинади ва уларнинг ҳар бири учун алоҳида бўсага танланади. Одатда фон ва (битта) объектдан ташкил топган тасвир гистограммаси қўш чўқкили бўлади ва бўсага қиймати улар орасидаги энг паст жойга мос келади. Агар майдон фақат объект ёки фондан иборат бўлиб, маҳаллий бўсага танлашнинг иложи бўлмаса унинг бўсағаси унга яқин бўлган қўш чўққи гистограммали майдонларнинг маҳаллий бўсағаларининг интерполяцияси ёрдамида топилади.

Бўлаклашнинг бу усули тасвирдаги кичик юзали объектларни ажратишда яхши самара беради. Бу усул билан ишлаганда аниқ кўриниб турган чўққи олишнинг имкони бўлмаган кичик майдонлардан каттарок юзали майдонга ўтиш ва унинг гистограммасини қўшчўққиликка текшириш лозим. Текшириш муваффақиятли чиққан ҳолда олинган маҳаллий бўсага қиймати қолган майдонга интерполяция қилинади. Ёруғлиги жуда хилма-хил бўлган тасвирларда гистограмма ёрдамида бўсага танлаш усули яхши самара бермайди. Бундай ҳолларда бўлаклашнинг бошқа усуллари, масалан соҳа ўстириш усулидан фойдаланилади.

Доналаб ўстириш алгоритмларида нукта шохланиш нуктаси деб қаралади ва ёруғлик даражаси уникага яқин бўлган элементлар унга қўшиб олинади. Боғланиш узилмаган компонентага тегишли нукталарнинг максимал тўплами изланган бўлақлар бўлади. Бу ерда биржинслилик мезони – «етарлича ўхшаш» тушунчаси – қўшни нукталар ёруғлигининг фарқи билан аниқланади: иккита нукта етарлича ўхшаш бўлади, агар уларнинг ёруғликлари фарқи етарлича кичик бўлса. Бу усул алгоритмлари ўзининг соддалиги билан диққатга сазовор, лекин уларда турли соҳа нукталарининг қўшилиб кетиш эҳтимоли юқори, шунинг учун биржинслилик мезонини алоҳида эътибор билан танлаш зарур.

Дурагай қўшиб олиш усули билан ўстириш алгоритмлари доналаб ўстиришга нисбатан ишончлироқ, чунки ўхшашликни аниқлашда маълум хоссалар векторидан фойдаланиб, турли соҳаларнинг қўшилиб кетишига камроқ йўл қўядилар. Бу хоссалар нуктанинг $N \times N$ атрофдаги нукталарга боғлиқ: нукталар ўхшаш дейилади, агар уларнинг атрофлари маълум маънода ўхшаш бўлсалар (бўлаклаш нукталарининг хусусиятлари векторларини солиштириш йўли билан амалга оширилади). Масалан, (f_1, a) , (f_2, b) – икки нуктанинг белгилари (хусусиятлари) вектори бўлсин, бу ерда f_1, f_2 нукталарнинг ёруғлик қиймати, a, b – уларнинг $n \times n$ атрофининг ўртача ёруғлиги. $\Pi = W_1(f_1 - f_2) + W_2(f_1 - b) + W_3(f_2 - a)$ ифода, бу ерда W_1, W_2, W_3 – мусбат таъсир коэффициентлари, ўхшашликни аниқлайди. Агар Π етарлича кичик бўлса, нукталар ўхшашдир.

Марказий қўшиб олиш йўли билан ўстириш бўлаклашнинг энг кенг тарқалган усуллариға киради. Унда бошланғич нукта ва нишонларни танлашда ҳеч қандай турли нишонли икки нукта қўшни бўлмаслигига ҳаракат қилинади ва агар олдиндан объектларнинг тасвирда жойлашиши ҳақида ахборот маълум бўлса, ушбу: 1) турли нишонли нукталар турли объектларга; 2) бир хил нишонли объектлар 1 та объектга қарашли бўлиши керак деган талаблар бажарилишига интилиш керак. Бу талаблар фақат бошланғич нукталар бир-биридан етарлича узоқ олиниб (объектнинг максимал кенглигидан каттарок масофада), алоҳида нишонлар билан нишонлангандагина бажарилади. Бир нечта нукта бир хил нишон билан нишонланганда улар деярли бир жинсли майдон ҳосил қилиши керак, одатда бу боғлиқ майдон бўлади. Шундай қилиб олдиндан маълум ахборот асосан бошланғич нукталар танлаш учун ишлатилади.

Бошланғич нукталар танлаш нолинчи қадам, k – қадамдан $(k+1)$ – чисига ўтиш қуйидагича. Агар S_k K – қадамдан сўнг ҳосил бўлган нукталар тўплами бўлса, $(k+1)$ – қадамда S_k га тақалиб турган, яъни S_k га кирмайдиган, лекин ҳеч бўлмаганда битта S_k га қарашли қўшнисини бор нукталар таҳлил қилинади. Фараз қилайлик A шундай нукта ва $\lambda_1, \dots, \lambda_p$ лар $(K+1)$ – қадамда ишлатиладиган нишонлар бўлсин. 1) Агар A нинг барча қўшнилари λ_j нишонли бўлса ва A улар билан бирга бирор бир жинслилик шартини (одатда $|B(A) - B_{2j}| < T$, $B(A)$ A нуктадаги ёруғлик B_{λ_j} – нишонли нукталарнинг ўртача ёруғлиги, T танлаб олинган бўсага) қондирса A нукта λ_j нишон билан, акс ҳолда λ_{j+1} нишон билан белгиланади; 2) қўшни элементлар $\lambda_1, \dots, \lambda_l$ нишонли бўлса ($4 - \text{боғланишда } l \leq 4$) уларнинг ҳар бири учун

$$|B(A) - B_{\lambda_j}| < T, i \in [1, l]$$

шарт текширилади, агар у ягона $i=i^0$ учун бажарилса A нукта λ_{i0} билан нишонланади, акс ҳолда A янги нишон билан нишонланади. Мураккаб ҳолларда бу шарт бир нечта нукта учун, масалан $i=1$ ва $i=2$ учун ўринли. Бу ҳолларда λ_1 ва λ_2 нишонли соҳалар қўшилиб кетади. Қўшилиб кетиш деганда λ_1, λ_2 нишонлардан ягона $\min(\lambda_1, \lambda_2)$ нишонга ўтиб K қадамда олинган нишонлаш ўзгартирилади. Олдин кўриб ўтилган нукталарни қайта бошдан нишонлашга тўғри келади. Соҳаларнинг қўшилиб кетиши марказий қўшиб олиш усулининг муҳим вазиятларидандир. Бу муаммо (қўшилиб кетиш) қанчалик кам учраса, алгоритм натижаси шунча ишончли ва ишлаш вақти шунча кам бўлади. Одатда қўшилиб кетишлар сони бўсағани ва бошланғич нукталарни тўғри танлашга боғлиқ. Одатда бу муаммони ҳал этишда эвристик шартлардан фойдаланилади. Фараз қилайлик P_1 периметрли R_1 соҳа P_2 периметрли R_2 соҳага чегарадош ва уларнинг умумий чегараси C узунликка эга бўлсин. Бу чегаранинг икки ёнидаги нукталар ёруғлиги фарқи $T>0$ бўсагадан кичик бўлган қисми узунлиги D ни топамиз. Агар $D>0,5\min(P_1, P_2)$ бўлса, R_1 ва R_2 қўшнилари, акс ҳолда ўзгаришсиз қолади. Бу кичик юзали соҳаларнинг катта юзалиларига сингиб кетишига олиб келади, ўзаро яқин юзалилари эса ўзича қолади. $D>0,75$ с да ортиқча қўшилиб кетиш рўй беради.

Соҳаларнинг қўшилиши-бўлиниши усулида тасвирларни бўлаклаш. Бу усул алгоритмлари марказий қўшиб олиш алгоритмларидан асосан нукталарни кўриб чиқиш тартиби билан фарқланади. Улар иложи борица каттароқ бир жинсли майдонлар ажратишга қаратилган.

Тасвир $m*m(m=2^k)$ нуктадан иборат дейлик. Алоҳида нукталарини 0 даражали соҳалар деб уларни $S_{ij}^0, i,j \in [1,2^k]$ билан нишонлаймиз. Биринчи даражали соҳаларни эса 4 та 0-

даражали соҳа йиғиндисини $S_{ij}^0 = S_{2i-1,2j-1}^0 \cup S_{2i-1,2j}^0 \cup S_{2i,2j-1}^0 \cup S_{2i,2j}^0$ билан аниқлаймиз. Энди $P \leq K$ учун P -даражали соҳани аниқлаймиз:

$$S_{ij}^P = S_{2i-1,2j-1}^{P-1} \cup S_{2i-1,2j}^{P-1} \cup S_{2i,2j-1}^{P-1} \cup S_{2i,2j}^{P-1};$$

Охиргиси K – даражали соҳа бўлади, у ягона бўлиб, манба тасвирга тенгдир. Бу бўлинишларнинг асосий хусусиятлари қуйидагилардан иборат:

- 1) P – даражали соҳалар сони, $0 \leq P \leq K$, $2^{2(K-P)}$ га тенг;
- 2) ихтиёрий даража соҳалари йиғиндисини манба тасвирни беради;
- 3) ҳар бир P – даражали соҳа 2^{2P} та элементдан иборат;
- 4) ҳар бир $(P+1)$ – даражали соҳа P – даражали 4 соҳа йиғиндисидан иборат.

Бу алгоритм кўрилатган даража учун ҳар бир мос 4 та қўшнини кўриб, агар улар бирор биржинслилик шартини қаноатлантирса, ҳаммасига ўртача қиймат беради (шу 4 қийматнинг ўртачасини), акс ҳолда уларни алоҳида нишон билан нишонлайди ва кейинги босқичларда улардан фойдаланмайди. Шу даражали барча соҳалар кўриб чиқилгач, навбатдаги даражага ўтилади ва олдинги даража элементларининг 4 тасини бу даражадаги 1 та элемент деб қараб, юқоридаги жараён такрорланади. Масалан, S_{ij} соҳаларнинг ҳар бир элементи $S_{2i-1,2j-1}, \dots, S_{2i,2j}$ лардан, S_{ij}^2 ники эса, $S_{2i-1,2j-1}, \dots, S_{2i,2j}$ лардан (яъни 16 та 0-даража элементларидан) тузилган ва хоказо. Бу жараён навбатдаги даража учун бирорта ҳам биржинсли соҳа топишнинг иложи бўлмаса тўхтайдди. Натижада турли даражали ва турли катталиқдаги бир қанча бир жинсли майдонларга бўлинган тасвирга эга бўламиз. Кўриниб турибдики, бу алгоритм ёруғлик қиймати ўзгариши кам бўлган тасвирларда катта-катта, ёруғлиги жудаям тебраниб турувчи тасвирларда эса майда-майда соҳалар ҳосил қилади. Юқорида биз пастдан юқorigа юриб бўлаклашни кўрдик. Баъзи ҳолларда эса аксинча, юқоридан пастга юриб бўлакланади (бўлиниш услуби), баъзан эса бирор q даражадан бошлаб бу иккала йўналиш ҳам қўллаш ўринли бўлади. Бу йўллардан қайси бирини танлаш ечилаётган масала, ишлатилган алгоритм ва бошқаларнинг хусусиятларига боғлиқ.

Кўриб ўтганимиз – бўлаклаш усулларини умумий ҳолда таҳлил қиладиган бўлсак, уларда ҳисоблаш амалларининг жуда кўплигини биламиз. Бу эса, ўз навбатида алгоритм ишлаш тезлигини тушўриб юбориши мумкин. Бу айниқса, “Реал вақт” режимида алгоритм ва дастурларнинг ишончсиз ишлашига сабаб бўлиши мумкин. Шу сабабли ҳам

алгоритмларнинг ишлаш тезлигини ҳамда самарадорлигини оширувчи усуллардан фойдаланиш зарур.

Алгоритм ишлаш тезлигини оширишчи энг самарали усуллардан бири бу – **рекурсия усули**дир. Биз ўз тадқиқотларимизда тасвирларни бўлаклаш масаласида рекурсиядан фойдаланиш усуллари ишлаб чиқдик [54]. Қуйида ушбу усулни кўриб чиқамиз.

Рекурсия ғояси шундан иборатки, кўрилатган жараёнда бажариладиган амал ўзининг ички жараёнида яна қайта ўзига мурожаат қилади. Натижада дастлабки олинган натижа учун шу функция яна ўз вазифасини бажаради. Буни математик нуқтаи назардан қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\begin{cases} x \rightarrow x \\ x \rightarrow C \end{cases}$$

Бу ерда x функцияси ўзига x ёки ўзгармас қиймат C га тенг.

Бу амални тасвирларни соҳа ўстириш усули учун тадбиқ қилинса, алгоритм ёки дастур матни ҳажмининг катталашиб (ёки мураккаблашиб) кетиши ва вақтни кўп сарфланишини олди олинади. Яъни, эҳтимолли хатоликлардан ҳалос бўлинади. Бу эса, албатта, натижанинг ишончли ва тезкор бўлишига имкон беради. Тасвирни бўлаклашнинг соҳа ўстириш усули алгоритмига қуйидагича тадбиқ қилиш мумкин.

$$f(x, y) = \{rang; g(m, n) = 1; f(m, n)\} \text{ бўлади,}$$

$$\text{агарки } f(x, y) - f(m, n) < T \text{ ва } g(m, n) \diamond 1 \text{ бўлса.}$$

бу ерда $f(x, y)$ - танланган нуқта учун бажариладиган функция;

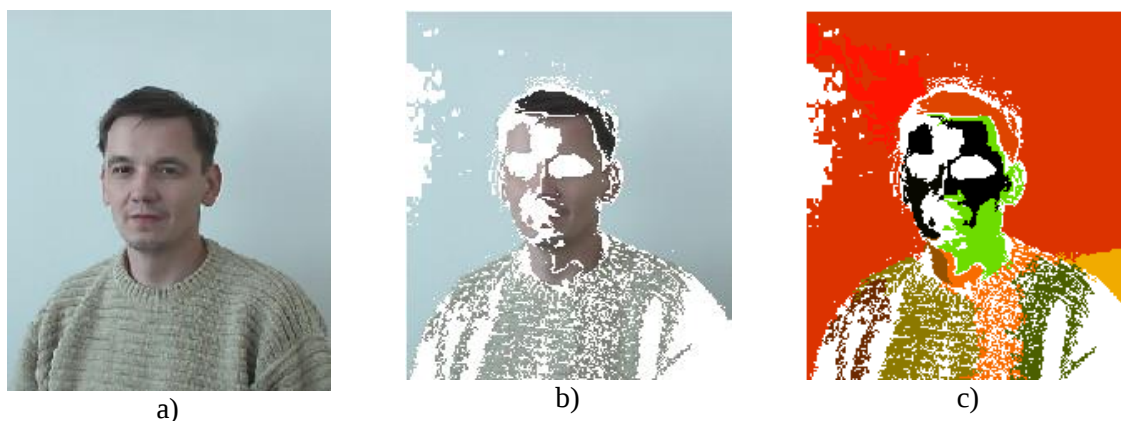
$rang$ - кўрилатган нуқта учун бериладиган ранг тури;

$g(x, y)$ - текширилган нуқта координатаси текширилганлигини таъминловчи нишонлар массиви;

T – танланган ва кўрилатган нуқталар ўртасидаги тафовут (фарқ)ни текшириш бўсағаси;

$f(m, n)$ – кўрилатган нуқта координатаси.

Рекурсив функциядан фойдаланиб тасвирни бўлаклаш натижасини қуйида (3.15-расм) кўришимиз мумкин.



3.15-расм. Соҳа ўстириш усулида рекурсив функциядан фойдаланиш. а) - берилган рангли тасвир; б) - танлаш натижасида тикланган тасвир; в) - танлаш натижасида бўлакланган тасвир.

4-Мавзу: Tasvirlarni qayta ishlashda binarlash usullari. Binarlashda bo'sag'a (porog) aniqlash usullari. Binar tasvirni ingichkalashtirish (asos-skeletini aniqlash) usullari. Binar tasvirni filtrlash algoritmlari.

“Бинар” (Binary) сўзи “иккили”, “қўш” деган маъноларни беради. Демак, тасвирни бинарлаштириш деганда ундаги ранг қийматларини фақат икки хил рангга, яъни оқ ва қорага ўтказиш тушунилади.

Баъзи бир масалаларни ечишда тасвирни бинар кўринишга ўтказиш талаб этилади. Бунинг энг асосий сабаби шундаки, бинар тасвирда ахборот анчайин қисқаради (ранглар сонини кескин камайиши ҳисобига) ва бу ҳолат тасвирни қайта ишлаш ва таҳлил қилиш ишларини осонлаштиради.

Олдинги бўлимларда таъкидлаганимиздек, бизда асосан рангли ва қисман кулранг тасвирлар мавжуд. Бинарлаштириш учун эса, бизга кулранг тасвирлар керак бўлади. У ҳолда, биз даставвал рангли тасвирларни ҳам кулрангга ўтказиб олишимиз талаб этилади.

Қуйида рангли тасвирни кулранг тасвирга ўтказиш формулаларини кўрамиз.

$$Gray_{ij} = 0,3 \cdot R_{ij} + 0,59 \cdot G_{ij} + 0,11 \cdot B_{ij} \quad \text{ёки} \quad Gray_{ij} = \frac{R_{ij} + G_{ij} + B_{ij}}{3}.$$

Бу ерда, R_{ij} , G_{ij} , B_{ij} - рангли тасвирнинг i,j координатасида R -қизил, G -яшил ва B -кўк рангларнинг ёруғлик қиймати, $Gray_{ij}$ - тасвирнинг i,j координатасида янги ҳосил бўлаётган кулранг пикселнинг ёруғлик қиймати.

Рангли тасвирни кулранг тасвирга ўтказилган намунаси қуйида (3.6-расм) кўрсатилган.



3.6-расм. Рангли (а) ва кулранг (б) тасвирлар.

Энди, тасвирни бинарлаштириш масаласига ўтамыз.

Таъкидлаганимиздек, бинар тасвирда фақат иккита ранг қатнашади. Булар оқ ва қора ранглардир. Кўпинча оқ рангдаги соҳалар - *фон*, қора рангдаги соҳалар - *объект* сифатида қаралади.

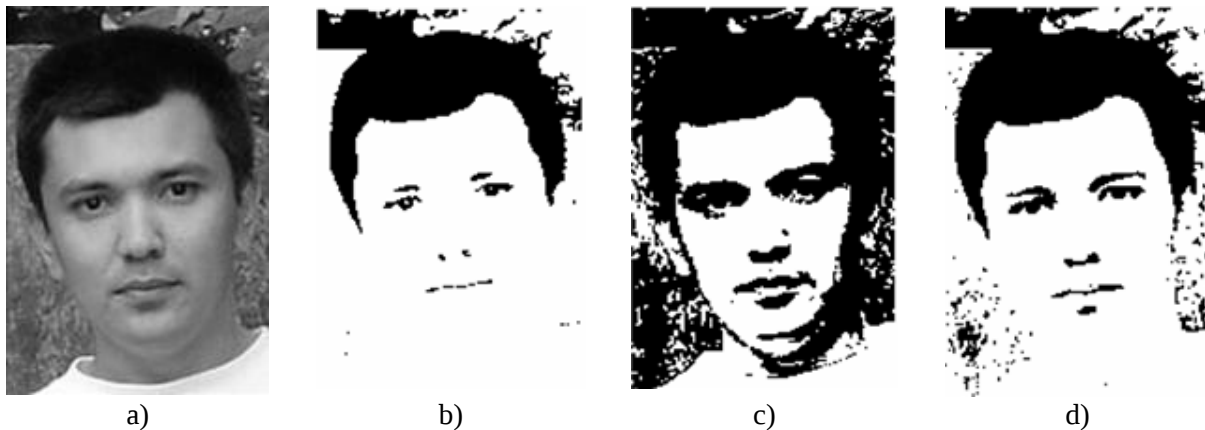
Кулранг тасвирни бинарлаштириш шарты қуйидагича бўлади:

$$P_{x,y}^{new} = \begin{cases} 0_{(қора)}, & \text{агар } P_{x,y} < T, \\ 255_{(оқ)}, & \text{акс холда.} \end{cases}$$

Бу ерда $P_{x,y}$ - тасвирнинг x,y координатасидаги қаралаётган ранг қиймати; T - чагаравий шарт (бўсаға); $P_{x,y}^{new}$ - тасвирнинг x,y координатасида янги ҳосил қилинаётган ранг (шарт асосида оқ ёки қора).

Кулранг тасвирни бинар тасвирга ўтказишда асосий муаммо **бўсаға** (ингл. “Threshold”, рус. “Порог”) қийматини автоматик танлаш ҳисобланади. Кўпинча, бўсағани T ўзгарувчи билан ифодаланади.

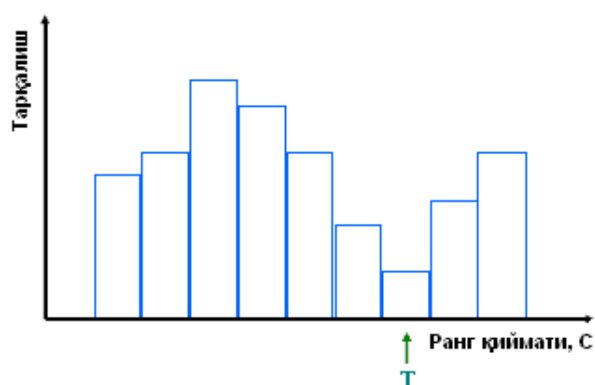
Берилган кулранг тасвирнинг турли бўсаға қийматларида бинар тасвирга ўтказилган намуналари 3.7-расмда кўрсатилган.



3.7-расм. Кулранг тасвирни бинар тасвирга ўтказилган намуналари: а) берилган кулранг тасвир; б) $T=60$ бўлгандаги натижа; в) $T=120$ бўлгандаги натижа; д) T автоматик танлангандаги натижа.

3.7-расмдаги намунадан кўриниб турибдики, бўсаға қийматини автоматик, яъни бирор математик усул ёрдамида аниқланганда (3.8d-расм), натижа қониқарли бўлди. Демак, бўсаға қийматини бирор усул ёки алгоритм асосида аниқланиши мақсадга мувофиқдир. Қуйида бўсағани аниқлаш усуллари билан танишамиз.

Бўсағани аниқлаш учун асосан тасвир гистограммалари таҳлилидан фойдаланилади [1]. 3.8-расмда намуна сифатида бирор тасвир гистограммаси ва ундаги бўсаға қиймати - T нинг жойлашуви акс этган. Гистограммада иккита ўқ мавжуд бўлиб, унда горизонтал ўқ 0 дан 255 гача бўлган ранглар шкаласини билдирса, вертикал ўқ эса, ҳар бир ранг қийматининг қаралаётган тасвирдаги миқдорини, яъни тарқалиш сонини билдиради.



3.8-расм. Бўсағани танлаш учун қурилган тасвир гистограммаси.

Ҳозирга қадар T ни аниқлашнинг гистограмма таҳлиliga асосланган бир қатор усуллари ишлаб чиқилган. Улар ичида энг машҳури k -ўртача алгоритмидир. Қуйида бўсаға танлашнинг гистограмма таҳлиliga асослаган **k -ўртача алгоритмининг** кўрамиз.

Алгоритм қуйидаги қадамлардан иборат бўлади:

1-қадам. Ёруғликлар диапазонида Тўрта қиймат аниқланади, яъни:

$$T = G_{\min} + \frac{G_{\max} - G_{\min}}{2},$$

бу ерда $G_{\min}$ - тасвирдаги энг кичик, $G_{\max}$ - тасвирдаги энг катта ранг қийматлари.

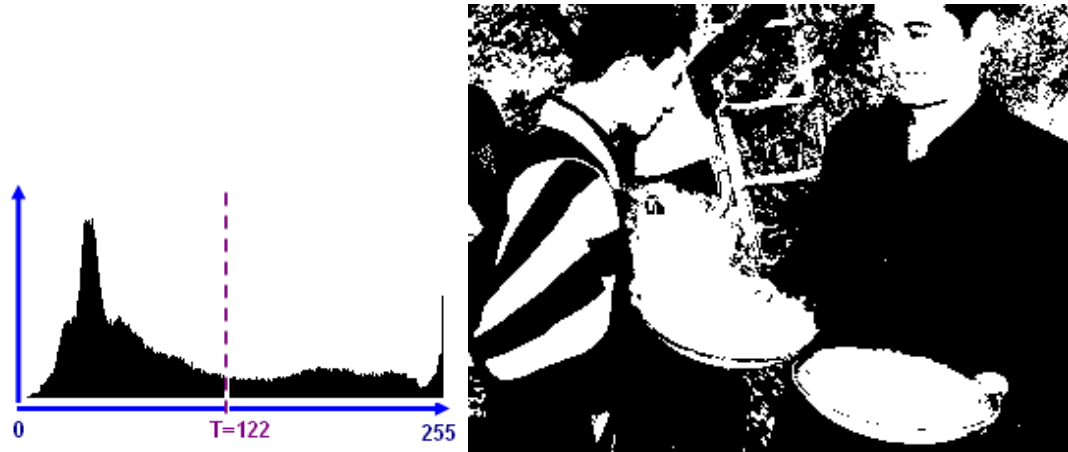
2-қадам. T га нисбатан гистограмманинг ҳар икки томонида оғирлик марказлари m_1 , m_2 ҳисобланади;

3-қадам. Бўсаға қайтадан ҳисобланади, $T^{\text{new}} = \frac{m_1 + m_2}{2}$;

4-қадам. Агар $|T - T^{new}| > 0$ бўлса, у ҳолда $T = T^{new}$ ва 2-қадамга ўтилади.

Бу жараён токи эски ва янги бўсаға орасидаги абсолют фарқ ноль бўлгунга қадар давом этади.

3.8-расмдаги кулранг тасвирнинг гистограммаси ва унда k -ўртача алгоритми бўйича топилган T бўсаға қиймати ҳамда шу қиймат бўйича олинган бинар тасвир натижасини куйида (3.9-расм) кўришимиз мумкин.



3.9-расм. k -ўртача алгоритми бўйича тасвирни бинарлаштириш натижаси.

Яна, бўсаға қийматини аниқлашнинг машхур усулларида бири бўлган **Отсу** (Нобуюки Отсу - Япон олими) усули билан куйида танишамиз.

Отсу усулида бўлиши мумкин бўлган оптимал бўсағанинг энг катта қийматини танлайди ва натижада тасвирда объект ва фон ажратилади. Бўсаға танлаш орқали тасвирдаги барча нукталарни энг яхши қисмларга ажратишга эришилади. Назария орқали қисм чегарасида биз фақат унинг натижаларини текширамиз ва уларни бажаришга берамиз. Асос сифатида тасвирда ҳар бир қийматдаги ажратилган нукталарнинг умумий сонидан иборат бўлган гистограммадан фойдаланилади.

Эҳтимолли тақсимланиш куйидагича ҳисобланади:

$$p_i = \frac{n_i}{N},$$

бу ерда n_i - i - чи рангдаги пикселлар сони, N – тасвирдаги барча пикселлар сони.

Гистограмманинг бошланғич қийматидан k қийматигача бўлган йиғиндини куйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$\omega(k) = \sum_{i=1}^k p_i \quad \text{ва} \quad \mu(k) = \sum_{i=1}^k i \cdot p_i.$$

Тасвирда натижа қийматига куйидаги формула орқали эга бўлинади:

$$\mu_T = \sum_{i=1}^L i \cdot p_i,$$

бу ерда L – k - чи даражадаги бўсаға.

Куйидаги муносабат орқали қисмларга ажратиш қиймати аниқланади:

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]}.$$

Қисмларга ажратиш қийматининг энг катта қиймати оптимал бўсаға қийматини беради, ʼяъни T_{opt} оптимал бўсаға қиймати куйидагича ҳисобланади:

$$\sigma_B^2(T_{opt}) = \max_{1 \leq k < L} \sigma_B^2(k).$$

Отсу усулида тасвирни бинарлаштириш натижасини қуйида куйида (3.10-расм) кўришимиз мумкин.



3.10-расм. Берилган кулранг тасвир (a) ва Отсу усулида бинарлаштириш натижаси (b).

Шунингдек, соддалашган ҳолда бўсага танлаш усуллари мавжуд. Қаралаётган соҳада бўсагани танлашда шу соҳадаги ранг қийматларининг ўртачасини, яъни **ўрта арифметигини** олиш мумкин яъни,

$$T = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N P_{i,j} ,$$

бу ерда $P_{i,j}$ – берилган тасвирнинг i,j координатасидаги пикселнинг ёруғлик қиймати.

Медиана усулида эса, қаралаётган соҳа қийматлари бўйича қурилган тўплам тартибланиб, уларнинг марказида жойлашган қиймат олинади. Масалан, $G = \{G_1, G_2, \dots, G_k\}$ тўплам берилган бўлсин. Унинг тартибланган кўринишини $G^{(N)} = \{G_1, G_{p-1}, G_p, G_{p+1}, \dots, G_n\}$ деб олсак, у ҳолда медиана усулида бўсага қиймати қуйидагига тенг бўлади:

$$T = G_p .$$

Ва ниҳоят соддалашган ҳолда бўсага танлашнинг учинчи кўриниши қуйидагича.

$$T = (G_{\min} + G_{\max}) / 2 .$$

Тасвир каттароқ хажмда бўлса, бу усул бўйича танлаб олинган бўсага тасвирнинг барча соҳаси учун ҳам яхши натижа бермаслиги мумкин. Шунинг учун тасвирни бинар тасвирга ўтказиш жараёнларини кичик соҳаларда амалга ошириш мақсадга мувофиқдир. Масалан, 10×10 , 16×16 ёки 32×32 каби кичик соҳаларда тасвир бинар тасвирга ўтказилганда ундаги сезиларсиз фарқлар ҳам аниқланади.

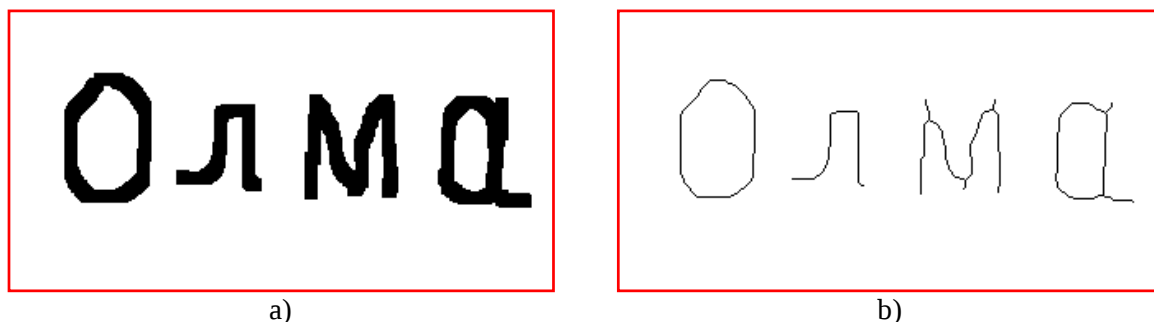
Binar tasvirni ingichkalashtirish (asos-skeletini aniqlash) usullari. Binar tasvirni filtrlash algoritmlari.

“Тасвир скелети” – бу бинар тасвирни ингичкалаштириш усуллари ёрдамида олинган тасвир асосидир.

Тасвирларни ингичкалаштиришнинг бир неча усуллари ишлаб чиқилган. Хусусан, “Топологик қисийш”, “Ингичкалаштириш”, “Скелет олиш”, “Масофа алмаштириш” кабилар шулар жумласидандир. Тасвирни, тўғрироғи тасвирдаги объектни ингичкалаштириш масаласини ҳал этишда бир қатор шартларни қаноатлантирувчи мезонларни эътиборга олиш зарур. Булар, “Ҳалақитларни йўқотиш”, “Узилишга йўл қўймаслик”, “Боғлиқлик шартлари” каби мезонлардир. Таъкидлаш керакки, бу жараёнлар баъзан мураккаб

жараёнларга айланиши мумкин. Шунинг учун ишларни ташкил этишда кетма-кетликка ҳамда аниқликка эътиборни қаратиш лозим. Айниқса, тасвир ҳажми катта ёки объект шакли мураккаб кўринишга эга бўлганда алгоритмларнинг ишлаш тезлиги тушиб кетиш ёки умуман ишламаслик ҳолатлари учраб туради.

Бинар тасвирда объектнинг скелети (асоси) унинг муҳим белгиларини ифодаловчи омил ҳисобланади. Объектни атрофидан емириб бориш натижасида марказий асос ажратиб олинади. Емириш, яъни ингичкалаштириш жараёни токи нуқта(пиксел)лар кенглиги 1 га тенг бўлиб қолгунга қадар давом этади. Демак, 1 кенгликдаги объект ёки бинар тасвир ингичкалашган тасвир, яъни асос сифатида қаралади. Қуйидаги расмда (3.16-расм) “Олма” сўзининг бинар тасвири ва унинг скелети (асоси) кўрсатилган.

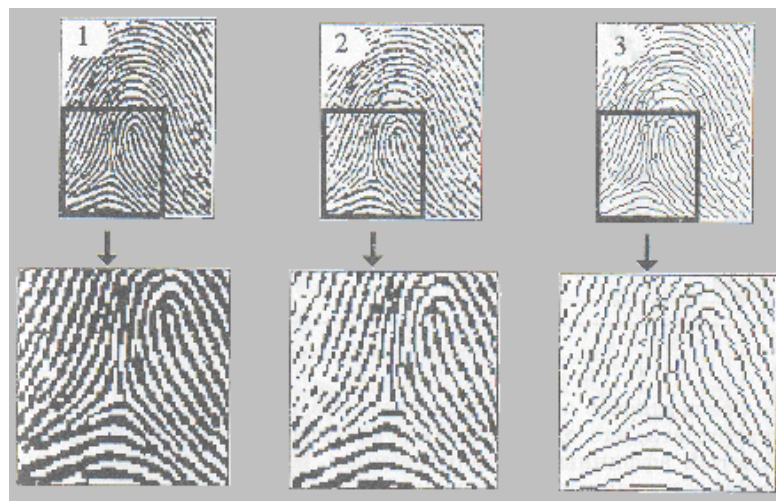


а) б)
3.16-расм. “Олма” сўзининг бинар тасвири ва унинг скелети.

Таъкидлаш керакки, тасвир ёки ундаги объектнинг асоси, яъни скелети айти шу объектнинг муҳим хусусият(белги)ларини ифодалайдики, бу белгилар кейинчалик тасвирларни таниб олишда ёки уларни таҳлил қилишда ишлатилади. Белгиларнинг қанчалик аниқ топилганлиги пировард натижада қўйилган илмий-амалий масаланинг ечимига бевосита таъсири билан ифодаланади. Аслида, ингичкалаштириш усуллари асосий мақсади белгиларни янада ишончли аниқлашдир. Ингичкалаштириш усуллари ҳам турлича бўлиб, уларни масаланинг моҳиятидан келиб чиқиб, ўз ўрнида қўллаш лозим.

Ингичкалаштириш амалларида бир қатор шартларни эътиборга олиш зарур. Масалан, чизиқларнинг узилиб қолмаслиги, емирилиб кетмаслиги, объект кенглиги 1 та дан кўп бўлмаслиги, чизиқларнинг ортиб кетмаслиги кабилар шулар жумласидандир.

Ингичкалаштириш, яъни скелет олиш усуллари бевосита илмий-амалий масалаларни ҳал этишда муҳим аҳамият касб этишини таъкидлаган ҳолда, бирор амалий масаланинг ечимида бу усулларнинг аҳамияти тўғрисида тўхталсак. Масалан, одам шахсини биометрик усуллар ёрдамида, хусусан бармоқ изи тасвири ёрдамида таниб олиш масаласини кўрайлик. Бизга маълумки, бармоқ изи турли шаклдаги чизиқлардан иборат. Унда муҳим идентификацион белгиларни аниқлаш учун аввало тасвирни бирор усул ёрдамида бинарлаштириш ва кейинги босқичда ингичкалаштириш керак бўлади. Ингичкалаштириш амали бажаралигандан кейингина ундаги белгиларни ишончли топиш имкони пайдо бўлади. 3.17-расмда бармоқ изининг бинар тасвирлари ва уларнинг скелети, яъни ингичкалаштирилган кўриниши акс этган.



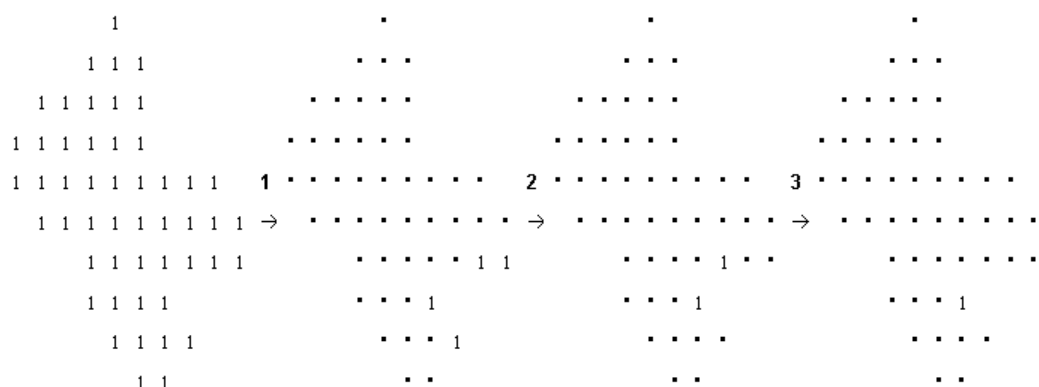
3.17-расм. Бармоқ изини бинарлаштириш ва ундан скелет олиш натажалари.

Энди, бевосита ингичкалаштириш усуллари билан танишамиз.

Топологик қисиш. Адабиётларда эрозия деб аталадиган топологик қисиш тасвирдаги боғлиқ компонентлар сонини аниқлаш воситаси, ингичкалаштириш ва скелет олиш усулларининг асоси сифатида диққатга моликдир. Топологик қисишнинг (бундан буён оддий қилиб қисиш деб аталади) мақсади тасвирдаги бир боғламли компонентларни битта элементга келтиришдир. Сиқишнинг мавжуд алгоритмлари биринчи навбатда уларни вазифаси - бир ёки кўп боғланишли компонентларга ишлов бериш имконияти; масаланинг сифати - соҳаларни (тўпламостиларни) битта элементга келтириш керакми, ё марказий қисмини қолдириш керакми?; амалга ошириш воситалари-параллел ишлов бериш керакми, ёки кетма-кетми? деган нуқтаи-назарлар асосида фарқлаш лозим. Сиқиш амали мос элементларни бирин-кетин йўқотишга асосланган.

Бир боғланишли компонентларни қисишда сифатига қараб йўналган, ёки изотроп қисиш амалга оширилиши мумкин.

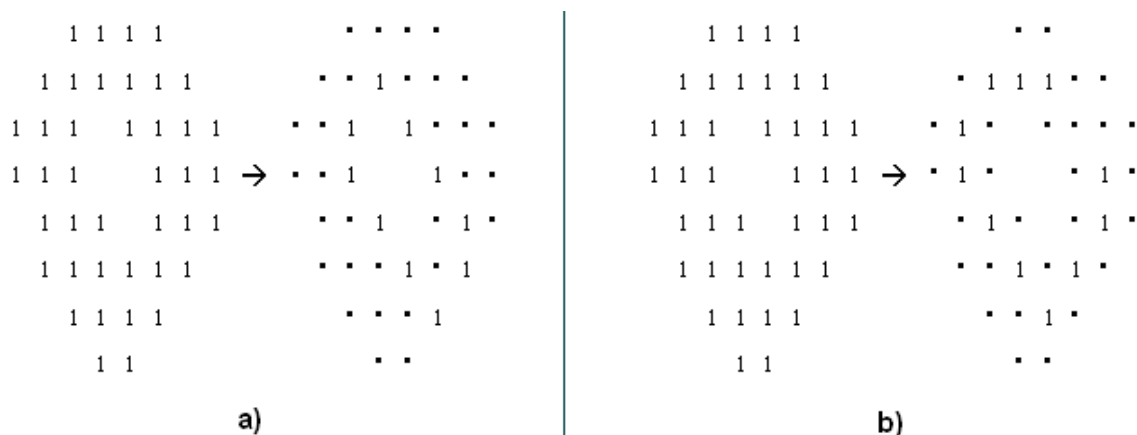
Йўналган қисишда элементларни тасвир бўйлаб юриш пайтида агар улар компонентнинг боғланишини таъминлаб турган бўлмаса, йўқотиб борилади. Бундай қисиш алгоритмлари кетма-кет ишлайди ва битта (агар объект қабарик бўлса), ёки бир нечта итерацияни талаб этади (3.18-расм).



3.18-расм. Қобарик объект учун итерация.

Изотроп қисишда эса натижа боғлиқ компонент маркази (ёки унинг яқин атрофи)га интилади. Яъни, ҳар бир қадамда объект фақатгина чегаравий нуқталарига йўқотилади, объект чегара бўйлаб емирилади. Нуқталарни кўриб ўтиш бошлаш жойига қараб турлича натижа олинади. Кетма-кет кўриб ўтиш услубини параллели билан ажратиш мумкин, лекин бу қутилмаган натижаларга олиб келиши мумкин, масалан, компонентнинг бутунлай ёйилиб кетишига. Бундай ҳолларда параллел алгоритм ҳар итерацияда 4 та қадамга бўлинади ва уларнинг ҳар бирида битта йўналишдаги чегара элементлари таҳлил қилинади.

Кўпбоғлиқ компонентларни қисиш пайтида топологик хусусиятларини сақлаб қолиш мақсадга мувофиқдир, шунинг учун Y_0 шарт ўрнига Y_2 шарт –элементини йўқотиш компонент (фон) боғлиқлигига зиён бермаслиги ишлатилади. Бундай ҳолларда ихтиёрий чизикли объектларни оламир. Бир тешикли компонентни қисиш эса ягона элемент эмас, ёпиқ эни бир нукта бўлган чизикли тузилмага олиб келади (3.19-расмда *a*) - йўналган алгоритм натижаси, *b*) - изотроп алгоритм натижаси).



3.19-расм. Йўналган (a) ва изотроп (b) алгоритм натижаси.

Бу ўринда манба объектининг деярли бенуксон шаклини сақлаган изотроп қисиш алоҳида диққатга сазовордир. Натижа объектнинг ўқ чизигига яқин келади. Худди мана шу йўсинда қисиш жараёнининг янги сифатли моҳияти – ингичкалаштириш ғояси пайдо бўлади.

Шундай қилиб, бинар тасвирларни қисиш жараёнида нолдан фарқли нукталарни нолга айлантиришнинг асосий шартлари Y_1 ва Y_2 ларнинг бажарилишидир. Агар таҳлил этишда объектни 8-боғланишли, фонни 4-боғланишли десак, Y_1 ва Y_2 ларни X_0 ва унинг 8-атрофи

$$X_4 X_3 X_2$$

$$X_5 X_0 X_1 \text{ учун } X_1 = (0, 1) \quad \nabla f \in [0, 8].$$

$$X_6 X_7 X_8$$

$$Y_1: X_0 - \text{чегара нукта, агар } 3x_1 \in N_x^8 : x_1 = 0, 1 \in [1, 8]$$

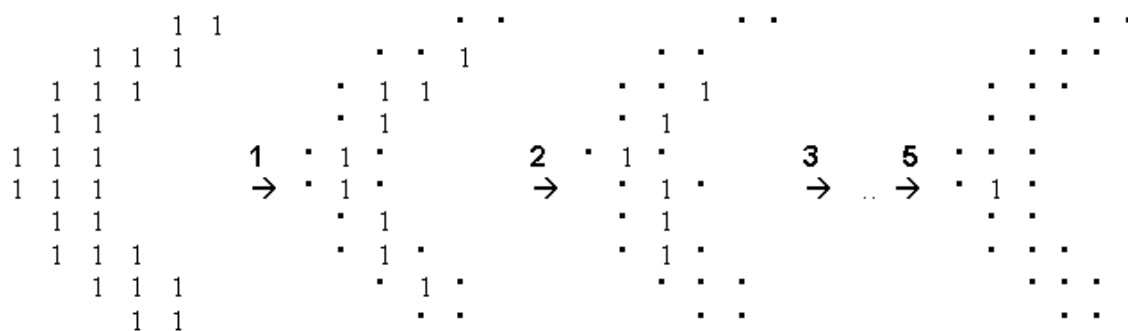
$$Y_2: CN^{[8]}(x_0) = 1, \text{ бу ерда } CN^{[8]}(X_0) = \sum_{k=1,3,5,7}^0 (x_k - x_k x_{k+1} x_{k+2}),$$

$$\overline{X_k} = 1 - X_k, k = k \bmod 8, \text{ бу ерда } X_1 \in (0, 1) \quad \nabla f \in [1, 8].$$

Мавжуд алгоритмларнинг кўпчилиги Y_2 шарт кўринишини ўзгартириш ва юқорида келтирилган алгоритмлардан фойдаланиш йўли билан олинган. Сиқиш сифати асосан қўлланган алгоритм ва таҳлил этилаётган объект тузилишига боғлиқ. Алгоритмларнинг тезроқ ишлайдигани кетма-кет қисишдир.

Ингичкалаштириш. Агар объект чўзинчоқ бўлса (яъни бўйи энига нисбатан бир неча марта катта), уни сифатли қисиш учун анчагина кўп итерация лозим бўлади (3.20-расм). Шунинг учун уни бир нукта кенгликдаги чизик кўринишига келтириш, яъни қисиш

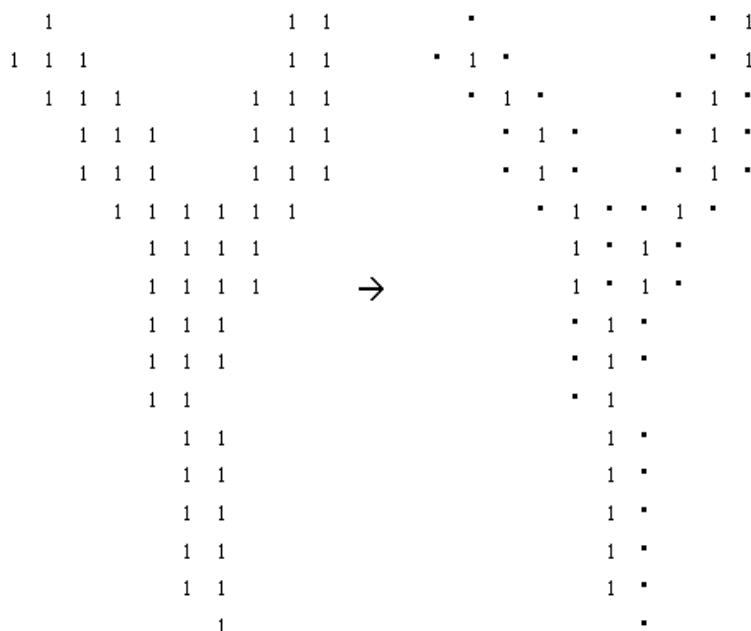
жараёнини шундай чизик ҳосил бўлиши билан тўхтатиш мақсадга мувофиқроқ бўлади. Бу чизик объектнинг ўқ чизиғи ёки ўрта чизиғини беради. Бу ҳолда қисиш алгоритми янги мазмун касб этади: ҳар бир итерациядан сўнг олинган нукталар тўплами чизикли кўринишига келган-келмаганлиги текширилади. Худди ана шу амал сифатли ингичкалаштириш тушунчасини аниқлайди.



3.20-расм. Ингичкалаштиришнинг умумий схемаси.

Одатда чизикли объектларни қисиш уларнинг тўғалланиш нукталарини кетма-кет йўқотиш демакдир, шу сабабли ингичкалаштириш жараёнига айнаи ҲЗ шарт тугалланиш нукталарини сақлаш шартни киритилиши табиий ҳолдир. Шундай қилиб ингичкалаштириш амали ҲЗ шартни ҳисобга олувчи қисиш жараёни умумлашмаси эканлигига амин бўлдик. Қўп сонли ингичкалаштириш алгоритмларни топологик қисиш жараёнига ўхшаб синфларга бўлиш мумкин.

Бир боғлиқ компонентларни ингичкалаштириш чизикли аппроксимацияга олиб келади, умумий кўринишда бу дарахт кўринишидаги боғланган тузилмадир (3.21-расм).



3.21-расм.

Кўп боғлиқ компонентлар манбага топологик тенг кучли мос чизиқли тузилмаларга аксланадилар.

Сиқиш алгоритмига қараб йўналган ва изотроп ингичкалаштириш амаллари бўлади. Биринчи ҳолда одатда тасвирни бир марта айланиб чиқишдаёқ мақсадга эришиш мумкин. Лекин бу жараён фақат чўзинчоқ маълум йўналишга эга объектлар учунгина қониқарли натижа бериши мумкин, шунда ҳам натижа бир томонга силжиган бўлади. Иккинчи ҳол мақсадга эришиш учун тасвир элементларини бир неча катта айланиб чиқишни (интератив усулда) талаб этади, уларнинг сони компонентларнинг параметрларига боғлиқ бўлади.

Скелет олиш. Одатда алгоритмлар 4 ёки 8 боғли тугалланиш нукталари билан ишлайдилар. Лекин, агар объект чегараси қайчисимон бўлса, унинг кўпгина нукталарини тугалланиш нукталари билан адаштириш мумкин, бу ҳол ингичкалаштириш сифатини пасайтириши мумкин (масалан жуфт энли чизиқлар бутунлай йўқолиши мумкин). Худди сиқишдагидай, бу ерда ҳам маълум йўналишли элементларни йўқотувчи қўшимча амаллар киритамиз.

Бундай объектларнинг тузилиши нисбатлари ва хусусиятларини ҳисобга олиш учун ингичкалаштириш жараёнига Y_4 шарт-бурчакларни сақлаш-киритилди ва тасвирдан скелет олиш (ўқ ёки қовурға қуриш) жараёнига умумлаштирилди. Табиатига кўра Y_4 шарт ҳам Y_3 га ўхшаб дискрет соҳада ягоналик шартини қаноатлантиргани сабабли скелет олиш ва ёки ингичкалаштиришнинг беҳисоб янги соддалаштирилган алгоритмлари туғилишига асос бўлади.

Скелет олиш усули бўйича алгоритмни кўриб чиқсак. Бу алгоритм анчагина тезкор, содда ва кўп ҳолларда қониқарли натижа беради. Объект (қиймати 1 га тенг) ва фон (қиймати 0 га тенг) нукталарини мос равишда қора ва ёруғ нукталар дейлик. Объект контури нуктаси деб ўзининг 4-атрофида ҳеч бўлмаганда 1 та ёруғ қўшниси бўлган нуктага айтилади. 8-атрофида фақатгина 1 та қора нуктали элемент тугалланиш нуктаси дейилади. Ташлаб юбориш объектда узилиш ҳосил бўлишига олиб келадиган нукта узилиш нуктаси дейилади. Нукта ва унинг атрофини 3.22-расмдагидай белгилаймиз. P нукта қуйидаги ҳолларда контур нуктаси бўлиши мумкин: 1) чап қўшниси ёруғ нукта; 2) ўнг қўшниси ёруғ нукта; 3) юқори қўшниси ёруғ нукта; 4) пастки қўшниси ёруғ нукта.

p_3	p_2	p_1
p_4	P	p_0
p_5	p_6	p_7

3.22-расм. Нукта ва унинг атрофи.

P контур нукта нишонланади, агар у тугалланиш ёки узилиш нуктаси бўлмаса. Бу шартлар унинг атрофини текшириб аниқланади (3.23-расм), бу ерда P ва $*$ қора нукталар, d , e лар ё қора ё ёруғ нукталар. Агар d ва унинг атрофи 3.23а, б, с) - расмлардаги нукталарга мос келса икки ҳол бўлиши мумкин: 1) барча d лар ёруғ нукта, демак P тугалланиш нуктаси. 2) бирорта d қора бўлса P узилиш нуктаси. Икки ҳолда ҳам P нишонланмайди.

P нукта ва атрофини 4 ниқобга мослиги бўлм мантикий алгебрасининг қуйидаги формуласи ёрдамида текширилади: $B_4 = p_0 (p_1 \vee p_2 \vee p_6 \vee p_7) \times (p_2 \vee \bar{p}_3) (\bar{p}_5 \vee p_6)$, бу ерда B нинг индекси 4 чап қўшни p_4 ёруғ нукталигини, нукта белгиси $(.)$ –мантикий «ва» амалини, $\vee$ - мантикий «ёки» амалини, тепа чизиқ $(\bar{p})$ мантикий раддияни билдиради. Бунинг учун олдин нишонланмаган қора нукталар ва нукталарга 1 (true), ва нишон олган нукталарга 0 (false) қиймат берилади, шунда $B_4 = 1$ (true) бўлса нишонланади, акс ҳолда ўзгаришсиз қолади. B_4 га

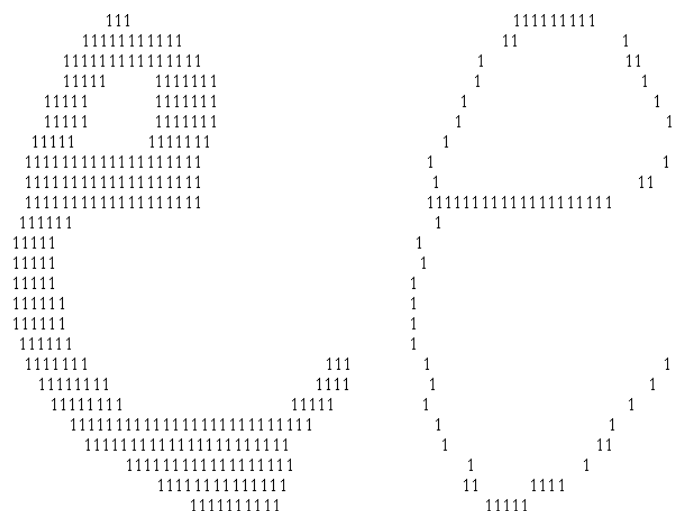
қўйилган шартлар 3.23-расмда келтирилган 4 ниқобнинг ҳар бири учун бар вақтда бажарилишини осонгина кўрсатиш мумкин. Шунга ўхшаш ифодани ўнг қўшниси нолга тенг бўлган ҳол учун ҳам ёзиш мумкин:

$$B_0 = p_4 (p_2 \vee p_3 \vee p_5 \vee p_6) \cdot (p_5 \vee \bar{p}_7) \cdot (\bar{p}_1 \vee p_2); \quad \text{юқори нол учун:}$$

$$B_2 = p_6 (p_0 \vee p_1 \vee p_5 \vee p_7) \cdot (p_0 \vee \bar{p}_1) \cdot (\bar{p}_3 \vee p_4); \quad \text{ва пастки нол учун:}$$

$$B_6 = p_2 (p_0 \vee p_1 \vee p_3 \vee p_4) \cdot (p_4 \vee \bar{p}_5) \cdot (\bar{p}_6 \vee \bar{p}_7) \text{ бўлади.}$$

Алгоритм бу формулалар ёрдамида итератив ишлаб тасвирни икки қайтадан кўриб чиқади. Кўриб чиқишни сатр бўйлаб ҳам, устун бўйлаб ҳам бажариш мумкин, лекин одатда қай усулдан ҳаракатланиш натижага таъсир кўрсатади. Биринчи ҳолда нишонлаш B_4 ва B_0 асосида бажарилади. Иккинчи қайта айланиб чиқишда тасвирда ўзгариш бўлмаса, алгоритм ўз ишини тўхтатади ва манба скелет нишонланган нуқталардан иборат бўлади, акс ҳолда жараён янгидан бошланади. Шуни қайд этиш керакки буль ифодаларни ҳисоблаш олдиндан қора нуқталарга ноль қиймат юборилади. Бу альтернатив жараёнинг моҳияти нишонланган нуқталарга ноль юбориш ва унинг натижасига фон нуқталарига ишлов бериш скелет олиш жараёни охирида амалга оширилади. 3.24-расмда тасвир ва унинг шу алгоритм билан олинган скелет кўрсатилган.



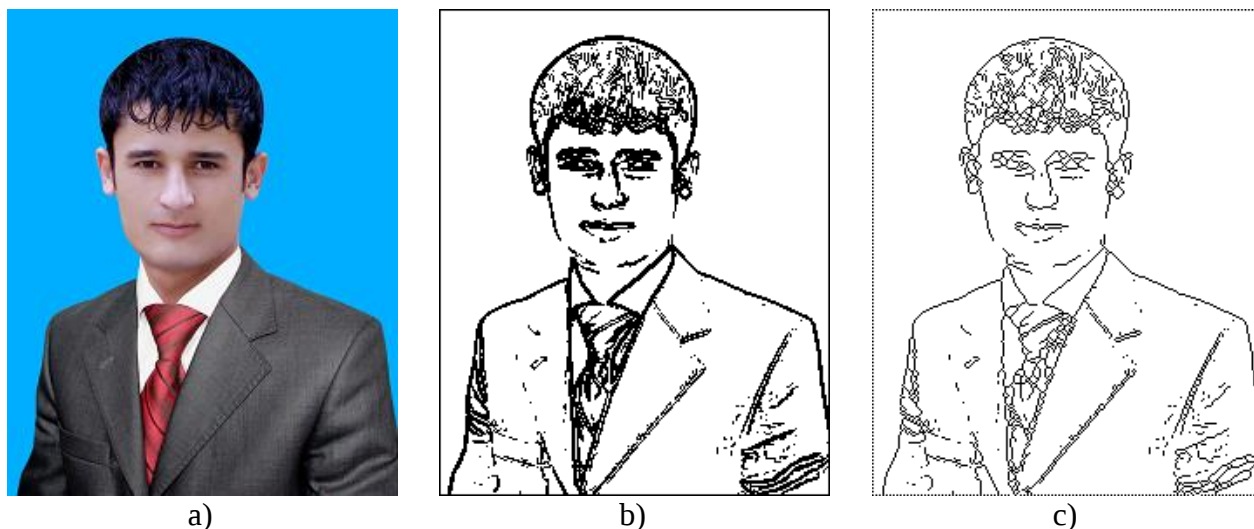
3.24-расм. Тасвир ва унинг скелети.

Таъкидлаш керакки, бинар тасвирни ингичкалаштириш (скелетини олиш) усулларида тасвирнинг асосини (ёки белгиларини) аниқлашда фойдаланилади. Масалан, амалий дастуримиз асосида бирор фотосуратнинг контурини аниқлаб, сўнг унинг скелети (асоси)ни ажратишга ҳаракат қиламиз. Аввало, дастур асосида фотосурат контурларини ажратамиз. Шундан сўнг олинган контур натижанинг скелетини аниқлаш учун ингичкалаштириш усулидан фойдаланамиз ва натижага эришамиз. Бу ерда 3.25a-расм - берилган фотосурат; 3.25b-расм - унинг контурли натижаси; 3.25c-расм – контур скелети.

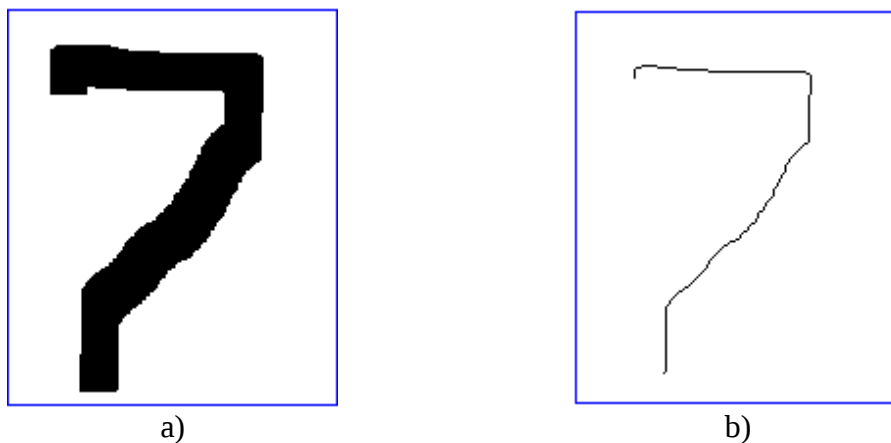
Ингичкалаштириш усуллари фақат фотосуратлар учун ўринли деган фикр албатта нотўғри. Ингичкалаштириш усуллари айниқса, тасвирдаги харфлар (ёки сонларни) таниб олиш (аниқлаш) да ҳам қўл келади. Масалан автомобил номерларини аниқлаш масаласида ингичкалаштириш усуллари албатта мурожаат қилинади. Келинг, битта рақам учун натижани кўрамиз. 3.26a-расмда “7” сони акс этган бинар тасвир берилган. Дастур асосида

унинг ингичкалашган (скелет) кўринишини аниқлаймиз (3.26b-расм). Натижадан кўриш мумкинки, ҳақиқатан ҳам “7” рақамининг асоси ажратиб олинган.

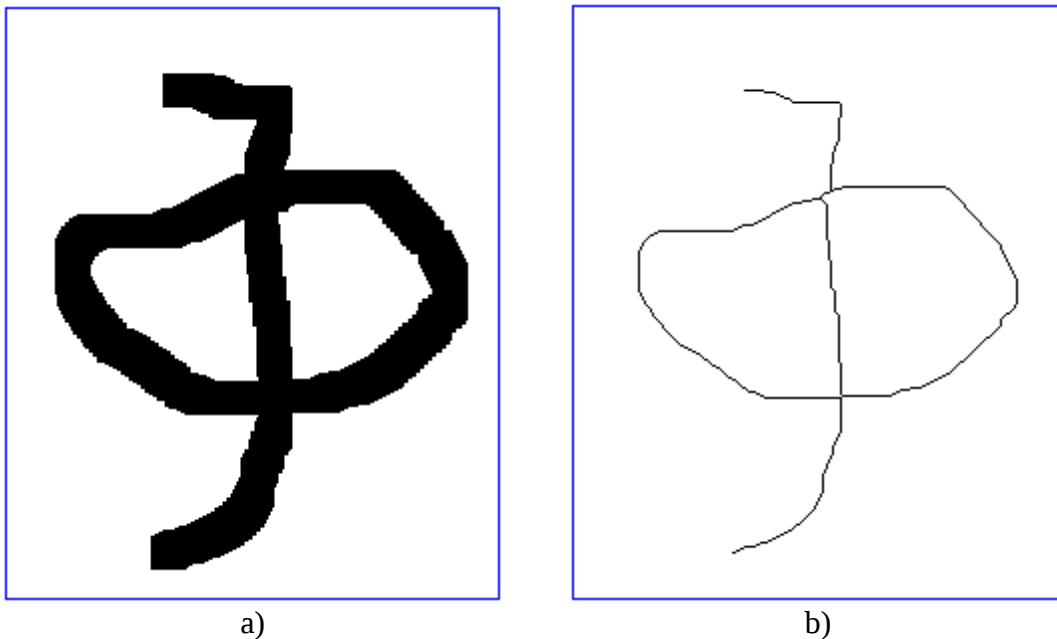
Шунингдек, ингичкалаштириш усулларида харфларни таниб олишда ҳам фойдаланилади. Масалан, машхур FineReader дастури сканердан олинган тасвир кўринишидаги ёзувларни (харфларни) таниб олиш (аниқлаш)га мўлжалланган бўлиб, унда ингичкалаштириш усулидан албатта фойдаланилган. Дастуриимиз асосида “Ф” харфининг бинар тасвири ва унинг скелетини аниқлашга ҳаракат қиламиз. Натижа ёмон чиқмади. 3.27-расмда натижани яққол кўришимиз мумкин.



3.25-расм. Берилган тасвир (a), унинг контурли натижаси (b) ҳамда унинг ингичкалаштирилган (скелет) натижаси (c).



3.26-расм. “7” сони акс этган бинар тасвир (a) ва унинг скелет асоси (b).



3.27-расм. “Ф” харфи акс этган бинар тасвир (a) ва унинг скелет асоси (b).

5-Мавзу: Tasvir konturlarini ajratish usullari va algoritmlari. Tasvirlarni sifatini oshirish usullari.

Тасвир контурлари (ёки чегара чизиқлари) тасвирдаги объектни характерловчи асосий белгилардан ҳисобланади. Яъни, биз бу усуллар ёрдамида тасвирдаги ортиқча ахборотларни йўқотиш ва ишончли ахборотларни ажратиш олишдек муҳим жараёни амалга ошираемиз.

Энди, бевосита тасвир контури тушунчасига тўхталсак. Физиологларнинг тажриба йўли билан аниқлашларича, инсон кўриш жараёнида ўз диққатини тасвирдаги бир жинсли деб аташ мумкин бўлган, ўртача ёруғлиги бир хил сохалар орасидаги чегараларга қаратади. Бу чегара чизиқлари (контур) нинг ахборотга нақадар бойлиги ва тасвирни таҳлил этиш учун уларни ажратиш олиш мақсадга мувофиқлигидан далолат беради.

Аслида тасвирларга ишлов бериш ва таҳлил этишнинг мазмуни - бу уларни соддалаштиришдир. Мураккаб объект (манба тасвир) бир неча кетма-кет амаллар ёрдамида оддийроқ тасвирга айлантиради. Кўпинча, бу кетма-кетликнинг табиий босқичи сифатида тасвирдан контур олиш тушунилади, чунки контур тасвирнинг барча муҳим қисмлари ва хусусиятларини ўзида сақлаб қолади. Объект контури деганда унинг барча чегаравий чизиқларининг йиғиндиси тушунилади. Тасвирда чегара соҳаси ёруғликнинг кескин ўзгариши билан белгиланади, яъни тасвирнинг ёруғлиги тақрибан бир хил деб қабул қилиниши мумкин бўлган қисмидан сезиларли фарқ қилувчи иккинчи шундай бир қисмга ўтадиган сохалар чегаравий сохалар дейилади. Кўпинча тасвирдаги чегара сақловчиларнинг нур қайтариш хусусияти ва сиртининг камчиликлари, соялар ва нотекис ёритиш ҳамда бошқа сабабларга кўра пайдо бўлади. Лекин шунга қарамай, контурлар тасвир ва ундаги объектлар тавсифини тузиш учун муҳим хусусиятларни аниқловчи белгиларнинг асоси бўлиб хизмат қилади.

Контур (чегаравий чизиқлар)ни оддий мисолда тушунтирсак. Фараз қилинг, сиз кимнингдир ҳовлисига (уйига) кирдингиз. У ерда сиз шу ҳовли билан қўшни ҳовли ўртасида деворни (чегарани) кўрасиз. Девор нима учун аниқлаб қўйилади? Сабаби, икки қўшнилар бир хил эмаслар, фамилиядош ҳам эмас, қариндош ҳам эмас. Хуллас, икки қўшнида ҳар хиллилик, яъни бир-биридан кескин фарқланиш мавжуд.

Демак, тасвирдаги контур чизиқлари деб шундай нуқталарга (пикселларга) айтиладики, бу нуқтадаги ранг қиймати унинг атрофидаги бирор қўшни нуқталардаги ранг қийматидан кескин фарқ қилиши керак. Масалан, тасвирда қаралаётган i, j нуқта ранги билан унинг ўнг қўшниси бўлган $i+1, j$ нуқтадаги ранг қиймати фарқи етарлича катта бўлиши, шу иккита нуқтадан бирини контур нуқтаси деб олишга асос бўлади. Яъни:

$$|P(i, j) - P(i+1, j)| > e,$$

бу ерда $P(i, j)$ – тасвирнинг i, j координатасидаги ранг қиймати, e – етарли катта сон миқдори.

Тасвир контурларини аниқлаш масалаларида тасвир градиенти тушунчаси кўп учрайди. Контурли градиент – бу тасвирдаги ўзаро қўшни нукталар ранглариининг фарқидир. Масалан, $P(i, j)$ ва $P(i+1, j)$ ўзаро қўшни нукталарнинг градиенти, шу нукталар ранг қийматларининг абсолют фарқига тенг, яъни:

$$Grad(i, j) = |P(i, j) - P(i+1, j)|.$$

Бу ерда $P(i, j)$ – тасвирнинг i, j координатасидаги нукта (пиксел) нинг ранг қиймати. Тасвир градиентлари аксарият ҳолларда кулранг тасвирларда аниқланади. Шунинг учун кулранг тасвирнинг ихтиёрий нуктасидаги ранг қиймати $0 \div 255$ оралиғидаги қийматларни қабул қилади.

Энди, бевосита тасвир градиентларини аниқлаш усуллари билан танишсак.

Вертикал йўналишда градиентни ҳисоблаш. Бунда иккита қўшни нукталар шундай танланадики, улар бир вертикал чизикда бўлиши (ётиши) керак. Демак, қаралаётган нуктанинг юқори ёки пастки (қуйи) қўшниси билан ранг фарқи ҳисобланади. Масалан, қаралаётган $P(i, j)$ нуктанинг қуйи қўшниси билан градиент фарқини қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$Grad(i, j) = |P(i, j) - P(i, j+1)|.$$

Горизонтал йўналишда градиентни ҳисоблаш. Бунда иккита қўшни нукталар шундай танланадики, улар бир горизонтал чизикда бўлиши (ётиши) керак. Демак, қаралаётган нуктанинг чап ёки ўнг қўшниси билан ранг фарқи ҳисобланади. Масалан, қаралаётган $P(i, j)$ нуктанинг ўнг қўшниси билан градиент фарқини қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$Grad(i, j) = |P(i, j) - P(i+1, j)|.$$

Градиент ҳисоблашнинг Роберт усули. Роберт қуйидаги оддий чизиксиз формулани тавсия қилди:

$$Grad(i, j) = \sqrt{(P(i, j) - P(i+1, j+1))^2 + (P(i, j+1) - P(i+1, j))^2}.$$

Робертнинг кейинги формуласи эса, ҳисоблаш учун осонроқ ва у қуйидагича:

$$Grad(i, j) = |P(i, j) - P(i+1, j+1)| + |P(i, j+1) - P(i+1, j)|.$$

Градиент ҳисоблашнинг Собель усули. Чегара ажратишнинг 3×3 дарчали Собель усули ҳам ўзига хосдир. Собель қуйидаги формулани таклиф қилди:

$$G(i, j) = \sqrt{X^2 + Y^2},$$

бу ерда

$$X = (A_2 + 2A_3 + A_4) - (A_0 + 2A_7 + A_6)$$

$$Y = (A_0 + 2A_1 + A_2) - (A_6 + 2A_5 + A_4)$$

A нинг қийматларини 3.11-расмдаги 3×3 ойнадан олинади.

A_0	A_1	A_2
A_7	$A(i, j)$	A_3
A_6	A_5	A_4

3.11-расм. 3×3 ўлчамли Собельойнаси.

Контур ажратишнинг ниқоблар усули. Бу усулда 3×3 ишчи ойнанинг мос координаталардаги ранг қийматлари ниқобдаги мос координаталардаги сон қийматларига кўпайтирилади ва натижалар йиғилади (қўшилади). Масалан, ниқоб кўриниши қуйидагича бўлсин.

$$H = \begin{matrix} & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 & \\ -1 & -1 & -1 \end{matrix}$$

У ҳолда ишчи ойнадаги градиент қуйидагича ҳисобланади.

$$\begin{aligned} Grad(i, j) = & [1 * P(i - 1, j - 1)] + [1 * P(i, j - 1)] + [1 * P(i + 1, j - 1)] + \\ & [1 * P(i - 1, j)] + [-2 * P(i, j)] + [1 * P(i + 1, j)] + \\ & [-1 * P(i - 1, j + 1)] + [-1 * P(i, j + 1)] + [-1 * P(i + 1, j + 1)] \end{aligned}$$

Қуйидаги жадвалда (3.1-жадвал) бир неча ниқоб турларини кўришимиз мумкин.

3.1-жадвал.

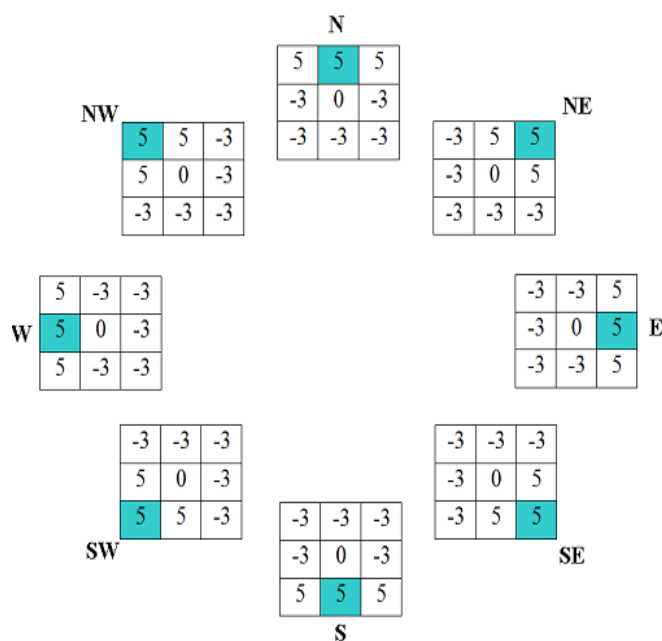
<i>Ниқоб номи</i>	<i>Ниқоб кўриниши</i>
Шимол	$H = \begin{matrix} & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 & \\ -1 & -1 & -1 \end{matrix}$
Шимолий-шарқ	$H = \begin{matrix} & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 & \\ -1 & -1 & 1 \end{matrix}$
Шарқ	$H = \begin{matrix} -1 & 1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ -1 & 1 & 1 \end{matrix}$
Жанубий-шарқ	$H = \begin{matrix} -1 & -1 & 1 \\ -1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$
Жануб	$H = \begin{matrix} -1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$

Жанубий-ғарб	$\begin{matrix} 1 & -1 & -1 \\ H = 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$
Ҳарб	$\begin{matrix} 1 & 1 & -1 \\ H = 1 & -2 & -1 \\ 1 & 1 & -1 \end{matrix}$
Шимолий-Ғарб	$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ H = 1 & -2 & -1 \\ 1 & -1 & -1 \end{matrix}$

Шунингдек, градиентларни ҳисоблашда Лаплас ниқобларидан ҳам фойдаланиш мумкин. Лаплас ниқобларининг уч хилини қуйида кўрамиз.

$$\begin{matrix} 0 & -1 & 0 & -1 & -1 & -1 & 1 & -2 & 1 \\ H_1 = & -1 & 4 & -1 & H_2 = & -1 & 8 & -1 & H_3 = & -2 & 4 & -2 \\ 0 & -1 & 0 & -1 & -1 & -1 & 1 & -2 & 1 \end{matrix}$$

Чегара ажратувда Кирш (Kirsch) ниқобларидан ҳам фойдаланилади. Бизга маълумки, Кирш ниқобларидан 3×3 ишчи ойнанинг марказига нисбатан 8 та қўшни нуқталар қийматларини ўзгартириш (ниқоб ёрдамида қайта ҳисоблаш) орқали чегаравий нуқталарни аниқлашда фойдаланилади. Кирш ниқобларини қуйида кўришимиз мумкин (3.12-расм).



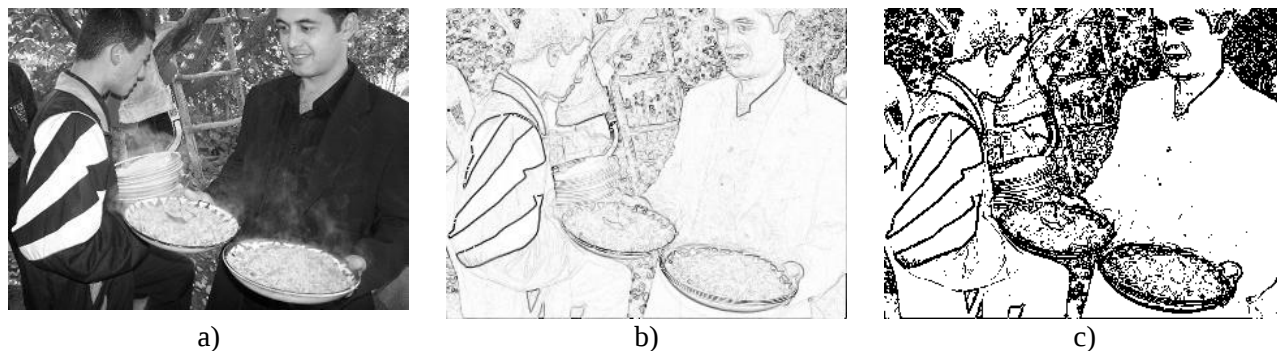
3.12-расм. 8 йўналишли Кирш ниқоблари.

Бу ерда *N* – North (Шимол), *S* - South (Жануб), *W* – West (Ғарб), *E* – East (Шарқ), *NW* - North West (Шимолий ғарб), *SE* - South East (Жанубий шарқ), *SW* - South West (Жанубий ғарб), *NE* - North East (Шимолий шарқ) йўналишларини англатади.

Ниқобларни ўзимиз ҳам қуриб олишимиз мумкин. Бунда фақат шуни эътиборга олиш лозимки, ниқоблардаги 9 та қийматлар ўзаро қўшилганда натижа 0 га тенг бўлиши керак.

Одатда, тасвир градиенти контур чизикларини аниқ-тиниқ бермайди. Градиент тасвирнинг контурларини яққол аниқлаш учун уни бинарлаштириш зарур. Бинарлаштириш усуллари билан олдинги бўлимларда танишган эдик.

Қуйидаги тасвирларда (3.13-расм) кулранг тасвир (а) ва унинг Роберт усули бўйича аниқланган градиенти (b) ҳамда контури (с) кўрсатилган.



3.13-расм. Кулранг тасвир (а), унинг Роберт градиенти (b) ҳамда контури (с).

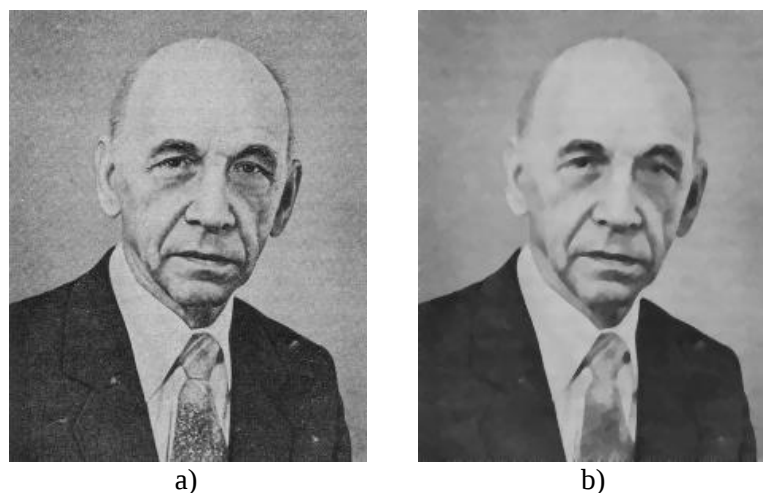
Tasvirlarni sifatini oshirish usullari.

Тасвирларни қабул қилувчи техник қурилмаларнинг хусусияти, ёруғлик даражалари ва шу каби бошқа омиллар тасвир сифатини тушириб юбориши мумкин. Агар тасвир сифати ёмон бўлса, уни яхшилаш зарур. Чунки, сифатли бўлмаган тасвирларни қайта ишлаш ва белгиларни аниқлаш қийин кечади. Тасвир сифатини яхшилашнинг турли усуллари мавжуд. Масалан, чегараларни кучайтириш, ҳалақитларни йўқотиш, тиниқликни ошириш ва х.к.

Тасвир сифатини яхшилашда медиана усулида филтрлаш кенг қўлланилади. Бу усулнинг мохияти тасвир бўйлаб бирор ойна билан ҳаракатланиш ва марказий нукта қиймати ойнадаги қийматларни катталиги бўйича тартибланганда ўртага тушувчи қиймат билан алмаштирилади. Мисол учун, 3x3 ойна марказида 5 қиймати, икки ёнида 35,40, юқорисида 1,41,52 ва пастиди 23,17,89 қийматлар жойлашган деб фараз қилайлик. Уларни тартиблаймиз: 1, 5, 17, 23, 35, 40, 41, 52, 89. Марказдаги қиймат (медиана) 35 га тенг. Демак, 5 ўрнига 35 ёзилади: $g(m,n) = \underset{(x,y) \in W(m,n)}{\text{med}}(f(x,y))$, бу ерда $W(m,n)$ – маркази (m,n) даги ойна,

$f(x,y)$ – шу ойнадаги нукталар қиймати. Натижада анчагина текисланган тасвир ҳосил бўлади.

Медиана усули асосан тасвирда майда сочма доғлар бўлганда уларни йўқотишда қўл келади. Ушбу усулни кетма-кет икки марта ишлатиб олинган натижани қуйида (3.1-расм) кўришимиз мумкин. Бунда 3.1a-расмга эътибор берадиган бўлсак, тасвирда майда нукталар (доғлар) кўп учрайди. Натижа тасвирда эса (3.1b-расм) доғлар бир мунча йўқолган. Лекин, аниқлик бироз пасайган.

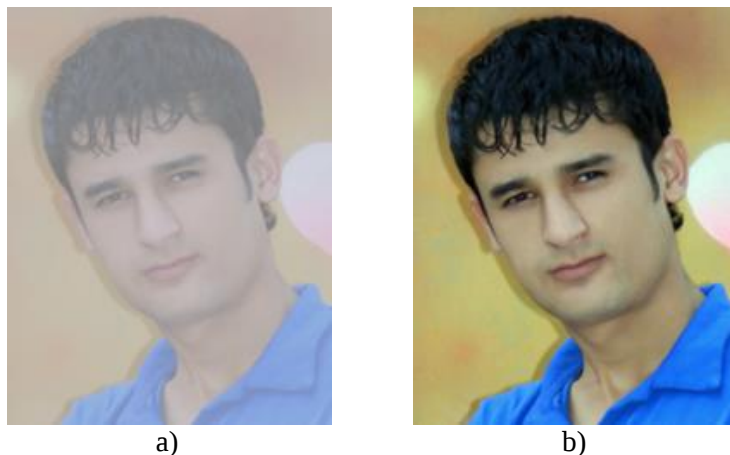


3.1-расм. Сочма доғли тасвир (а) ва доғлари йўқотилган тасвир (b).

Чизиқли тиниқлаштириш усули ҳам тасвирлар сифатини ошириш масалаларида кўп қўлланилади. Унинг кўриниши қуйидагича:

$$G'(x, y) = 255 \cdot \frac{G(x, y) - G_{Min}}{G_{Max} - G_{Min}}.$$

Бу ерда G_{Min} ва G_{Max} - тасвирдаги энг кичик ва энг катта ранг қийматлари, $G(x, y)$ - (x, y) координатадаги ранг қиймати. Бу усулда олинган натижа 3.2-расмда кўрсатилган.



3.2-расм. Берилган тасвир (a) ва сифати оширилган тасвир (b).

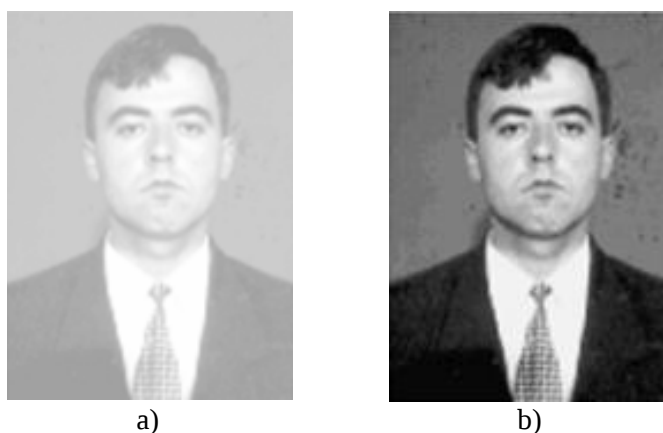
Шунингдек, **тасвир гистограммалари таҳлили** асосида ҳам тасвир тиниқлигини ошириш мумкин. Гистограмма усули қуйидаги формула асосида амалга оширилади:

$$Q = \sum_{i=0}^{255} (H_i)^r, \quad S_{G(x,y)} = \frac{255}{Q} \sum_{j=0}^{G(x,y)} (H_j)^r,$$

$$G'(x, y) = \begin{cases} 0, & S_{G(x,y)} \leq 0; \\ S_{G(x,y)}; & \\ 255, & S_{G(x,y)} \leq 255. \end{cases}$$

бу ерда H_i – тасвирдаги i рангдаги пикселлар сони ($0 \leq i \leq 255$),
 $G(x, y)$ – (x, y) координатада жойлашган пикселнинг ранг қиймати,
 r - нормаллаштирувчи параметр.

$r = 0,36$ бўлганда алгоритм натижаси 3.3-расмда келтирилган.



3.3-расм. Берилган тасвир (a) ва сифати оширилган тасвир (b).

Шунингдек, тасвирда нотекис тақсимланган ёруғликларни нормаллаштириш амаллари ҳам бажариладиги, бу тасвир сифати яхшилашга имкон беради. Одатда тасвир

ёруғликларини нормаллаштиришда икки ўлчовли Гаусс фильтридан фойдаланилади. Унинг кўриниши қуйидагича:

$$h[x, y] = A \cdot e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}},$$

бу ерда A – нормаллаштирувчи константа, σ - ёритиш даражасини созловчи фильтр кенглиги.

Бу формула ёрдамида тасвир ёруғлигини нормаллаштириш натижаси 3.4-расмда кўрсатилган.



3.4-расм. Берилган тасвир (a) ва олинган натижа (b).

Тасвирда ёруғлик нотекис тақсимланган ҳолатда тасвир ёркинлигини нормаллаштириш бўйича ўзимиз ҳам бир қатор тадқиқотлар олиб бордик ва бир нечта алгоритмлар ишлаб чиқилди. Қуйида ушбу алгоритмлардан бирини келтирамиз.

Алгоритм қуйидаги қадамлардан иборат бўлади:

1-қадам. Тасвир гистограммаси – H ни қурамиз ва ундаги оғирлик маркази m_H ни аниқлаймиз.

2-қадам. d параметр (фарқ)ни аниқлаймиз, яъни: $d = |m_H - 127|$.

3-қадам. k параметрни аниқлаймиз. Агар $m_H < 127$ бўлса, у ҳолда $k = 1$, акс ҳолда $k = -1$.

4-қадам. Тасвирнинг ҳар бир координатаси бўйича пиксел ранг қийматларини янгидан ҳисоблаймиз, яъни:

$$g_{x,y}^{new} = \begin{cases} g_{x,y} + k \cdot d \cdot \frac{g_{x,y}}{m_H}, & \text{агар } g_{x,y} < m_H; \\ g_{x,y} + k \cdot d \cdot \frac{255 - g_{x,y}}{255 - m_H}, & \text{акс ҳолда.} \end{cases}$$

Юқорида келтирилган алгоритм асосида олинган натижани 3.5-расмда кўришимиз мумкин.



3.5-расм. Нотекис ёритилган (a) ва нормаллаштирилган (b) тасвирлар.

6-Мавзу: Tasvirlarni xususiyatlari (belgilari)ni ajratish usullari. Xaf almashtirishlari yordamida tasvir belgilarini aniqlash.

1. Манба тасвир белгилари

Манба (дастлабки) тасвир деб компьютер хотирасига киритилган ва асосан бирор кўринишдаги ишлов берилмаган кулранг тасвирга тушунилади.

Кўпинча тасвирларни таниш таҳлил қилинганда манба тасвирдан турли тартибли асос ва ҳосила белгилар ажратиш имконини берадиган бошланғич белгилар билан чекланади. Улардан кўпроқ ишлатиладигани қуйидагилар:

1. Алоҳида нуқта ёруғлик даражаси - f_{ij} . Бу белги асосий ҳисобланади ва деярли барча қолган белгилар унинг асосида аниқланади;

2. Тасвирдаги максимал ёруғлик даражаси - f_{max} .

3. Минимал ёруғлик даражаси - f_{min} . Бунда f_{min} ва f_{max} ларнинг қийматлари тасвир қийматлари ўзгариш оралиғини аниқлаш имконини беради;

4. Тасвирнинг ўртача ёруғлик даражаси: $f_{\bar{y}} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M g_{ij}$, бу ерда $N \times M$ тасвир

ўлчамларидир.

5. Маълум бир қийматли нуқталар сони - K_f . Одатда қуйидаги кўринишда жадвал тузилади:

Нуқтанинг ёруғлик қиймати	X_0	X_1	X_2		X_z
Шу қийматли нуқталар сони	K_0	K_1	K_2		K_z

Бу жадвал тасвир элементлари ёруғлик қийматлари гистограммасини беради. K_i

қийматларни $N \times M$ кўпайтмага бўлиб, ёруғлик тақсимоли эҳтимоллиги P_i ни олиш мумкин.

Ушбу гистограмма асосида кўпсонли гистограмма белгилари (статистик белгилар) олинади, улардан энг кенг тарқалганлари қуйида келтирилган (6+11).

6. Тасвир энергияси: $E = \sum_{i=1}^L p_i^2$.

7. Тасвир ёруғлиги ўрта қиймати - $f_{\bar{y}}$; $f_{\bar{y}} = 1/MN \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M f_{ij}$, бу ерда N, M – тасвир ўлчами.

8. Тасвир ёруғлик дисперсияси - $\sigma^2 = \sum_{i=1}^L (x_i - \sum_{i=1}^L x_i P_i)^2 P_i$, бу ерда L - максимал ёруғлик даражаси, P_i – ўртача $|F - \mu|$ тасвирнинг ёруғлик тақсимоли гистограммаси қиймати, μ - математик кутилма.

9. Ёруғлик қийматлари гистограммаси асимметрияси:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \sum_{i=1}^n x_i p_i)^3 P_i}{\left(\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \sum_{i=1}^m x_i p_i)^2 p_i} \right)^3}.$$

10. Ёруғлик қийматлари гистограммаси эксцесси:

$$E_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \sum_{i=1}^m x_i p_i)^4 p_i}{\left(\sqrt{\sum_{i=1}^L (x_i - \sum_{i=1}^L x_i p_i)^2 p_i} \right)^4} .$$

11. Тасвир энтропияси: $H = -\sum_{i=1}^L p_i \log_2 p_i$.

12. Маълум қийматли нуқталар жуфтликлари сони. Уларни ҳисоблаш бир вақтда пайдо бўлиш матричасини (БВПБМ) ҳосил қилади, бу матрица асосида жуфтликлар тақсимотининг икки ўлчамли гистограммаси тузилади. Бу гистограмма қатор белгиларини ҳисоблаш имконини беради. Қуйида уларни базилари (13+21) келтирилган.

13. БВПБМ энергияси: $\Theta = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L [M_{ij}[r, \theta]]^2$.

14. БВПБМ автокорреляция коэффиценти: $KA = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L ij M_{ij}[r, \theta]$, бу ерда $M_{ij}[r, \theta]$ - ВПБМ элементлари.

15. БВПБМ ковариация коэффиценти: $KK = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (i - \mu)(j - \mu) M_{ij}[r, \theta]$, бу ерда μ - математик кутилма (БВПБМ ўртача қиймати).

16. Гистограмма инерция моменти: $\mu = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (i - j)^2 M_{ij}[r, \theta]$.

17. Ўртача абсолют айирма: $AP = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L |i - j| M_{ij}[r, \theta]$.

18. Тескари айирма: $OP = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L M_{ij}[r, e] / (1 + (i - j)^2)$.

19. БВПБ энтропияси: $H = -\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L M_{ij}[r, \theta] \log_2 (M_{ij}[r, \theta])$.

20. Тасвирнинг Фурье спектри:

$$F(u, v) = \frac{1}{NM} \sum_{m=1}^N \sum_{n=1}^N F(m, n) \exp\left(\frac{12\pi(um + vn)}{MN}\right),$$

бу ерда $F(m, n)$ - тасвир элементлари.

21. Тасвирнинг Уолш спектри: $Y(u, v) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N F(m, n) W_{u,v}(m, n);$

Уолш алмаштириш матричаси $W_{u,v}(m, n) = (-M \times N)^{-1} \sum_{j=1}^{n-1} (m, n)_{n-1-j}^r (m, n)_j$ кўринишга эга. Бу

ерда $(m, n)_{n-1-j}^r$ - функция номерининг аксилтартибли Грей код рақамлари, $(m, n)_j$ - нуқта

номери иккилик код рақамлари.

22. Тасвирнинг Адамар спектри:

$$A(u, v) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N F(m, n) HAD_{u,v}(m, n);$$

бунда $HAD_{u,v}(m,n) = 1/MN(-1)^{\sum_{j=1}^{n-1} (m,n)_j^i (m,n)_j}$,

$(m,n)_j^i$ - Грей кодининг (тўғри тартибли)рақамлари.

23. Уолш - Адамар спектри (УА) - $UA(u,v)$. Турли типдаги спектрларни ҳисоблашнинг бошқа алгоритмлари ҳам мавжуд.

24. Қўшни элементлар қийматлари айирмаси $-\Delta f = f_1 - f_2 - f = f_1 - f_2$. Бу айирмани ҳисоблаш манба тасвир белгилар: максимал, минимал, ўртача ёруғликлар,гистограмма белгилари, спектрлар ва ҳоказоларни аниқлаш имконини берувчи тасвир ҳосил қилади.

25. Маълум узунликли ва йўналишли бир хил қийматлардан ташкил топган чизиқлар сони, яъни такрорланишлар кетма-кетлиги. Бу белгидан чизиқлар узунликлари гистограммаси тузиш ва чизиқларнинг статистик хусусиятларини аниқлаш мумкин.

Турли масалаларни ечиш учун зарур бўлган белгиларни аниқловчи яна кўплаб усуллар мавжуд. Шунинг айтиб ўтиш керакки, белгиларни кўпчилиги бутун тасвирни эмас, балки сатр, устун ёки бирор бўлак таҳлили асосида аниқланади.

2. Нуқтавий объектлар белгилари

Нуқтавий объект деб ўзаро боғлиқ бўлган нуқталарни сони 9 тадан ошмайдиган ва мустақил аҳамиятга эга қисмларга бўлинмайдиган объектларга айтилади. Нуқтавий объект (НО)ларнинг белгиларидан кенгрок қўлланиладиганлари қуйидагилар:

1. Алоҳида нуқтанинг ёруғлик қиймати: f_{ij} .

2. НО ўртача ёруғлик қиймати: $f_{\bar{y}pm} = \frac{1}{kl} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l f_{i,j}$.

3. Тасвирдаги НО лар сони: n .

4. НО юзаси – s . У НОдаги нуқталар сонига тенг.

5. Тасвирдаги НО ларнинг умумий юзаси: $S = \sum_{j=1}^n s_j$

6. НО оғирлик маркази координаталари:

$$x_m = 1/s \sum_i \sum_j i \cdot f_{ij}, \quad y_m = 1/s \sum_i \sum_j j \cdot f_{ij},$$

бу ерда f_{ij} ва s лар ҳар бир объектга алоҳида аниқланади.

7. Оғирлик марказидан координата марказигача бўлган масофа: $r_1 = \sqrt{x_m^2 + y_m^2}$.

8. НОлар орасидаги масофа: $r_2 = \sqrt{|x_{m1} - x_{m2}|^2 + |y_{m1} - y_{m2}|^2}$.

9. НОлар юзалари гистограммаси. Бу гистограмма асосида тасвирда НОларнинг бир қатор статистик хусусиятлари аниқланади.

10. НОлар орасидаги масофалар гистограммаси. Уларнинг “тўп-тўп”лиги ва НОларнинг тасвирда жойлашишининг бир қатор статистик хоссаларини аниқлаш имконини беради.

11. Тасвирнинг НОлар билан тўйинганлиги: $A = \frac{S}{MN}$.

Бундан ташқари НО ларнинг яна бир қанча инерция моменти, ташқи чизилган тўртбурчак ўлчамлари ва бошқа белгиларини аниқлаш мумкин.

Ўз навбатида, НОли тасвирларни манба тасвир деб қараб, унда тасвирга хос

белгиларни ҳам ажратиш мумкин.

3. Узук чизикли объектларнинг белгилари

Бу ерда узлуксиз чизикларнинг узлуксиз дискрет кўриниши бўлган битта нукта қалинликдаги чизиклар кўрилади. Одатда, бундай объектли тасвирлар бинар бўлади. Шунинг учун қуйида тасвирдаги бир қалинликдаги қора (объект) нукталар муҳокама этилади ва уларнинг белгилари асосан геометрик хусусиятларини ифодалайди. Бу белгилардан кўпроқ фойдаланиладиганлари қуйидагилардир:

1. Биринчи тартибли тугун нукталари сони – k_1 . Бу тугунлар чизикнинг четки (бошланғич ва охири) нукталаридир.
2. Учинчи тартибли тугун нукталари сони – k_3 . Бу Т ёки Y кўринишидаги учтали шоҳлаш нукталаридир.
3. Тўртинчи тартибли шоҳлаш нукталари – k_4 . Бу икки чизикнинг ўзаро кесишиш нукталаридир.
4. Чизик узунлиги – L . У чизик нукталари сонига пропорционал;
5. Чизик сони – n .
6. Барча чизикларнинг умумий узунлиги: $L = \sum_{i=1}^n l_i$.
7. Чизикнинг (i,j) нуктадаги эгрилиги $\tau_{ij} = \frac{\Delta\varphi}{\Delta d}$.

Бу ерда $\Delta\varphi$ -чизикнинг шу нуктада ўзгариш бурчаги, Δd - эгри чизик узунлиги.

8. Чизикларнинг бурилишлар сони – α .
9. Чизикнинг маҳаллий максимумлари сони - β .
10. Чизикнинг маҳаллий минимумлари сони - τ .
11. x ўқидаги чизикнинг проекция узунлиги $l^x = |x_{\max} - x_{\min}|$

Бу ерда $x_{\max}$, $x_{\min}$ - x чизик элементлари координатасининг экстремал қийматлари.

12. y ўқидаги чизикнинг проекция узунлиги $l^y = |y_{\max} - y_{\min}|$.

Бу ерда $y_{\max}$, $y_{\min}$ - чизикнинг энг катта ва энг кичик ординалари.

13. Тасвирнинг чизикларга тўйинганлиги $B = \frac{L}{MN}$.
14. Чизикларнинг четки нукталари орасидаги энг қисқа масофа – r . Икки нукта орасидаги масофа ифодасидан аниқланади.
15. Чизик учлари орасидаги масофанинг чизик узунлигига нисбати: $R = r/l$.
16. Чизикнинг абсциссага проекцияси узунлигининг чизик узунлигига нисбати: $D^x = l^x/l$.
17. Чизикнинг ордината проекцияси узунлигининг чизик узунлигига нисбати $D^y = l^y/l$.

Белгиларни санашни узоқ давом эттириш мумкин. Улар узунликлар ва эгриликлар гистограммалари асосида аниқланадиган белгилар, 1,3,4- тартибли тугунларнинг чизиклар узунликларига ёки сонига нисбатлари, локал экстремумлар нисбатлари ва шунга ўхшаш бошқа белгилардир.

4. Ёпиқ чизикли объектларнинг белгилари

Бу ерда ҳам узук чизикли объектларга айтилган гаплар ўринли. Фарқи - чизикларнинг учлари туташганлигидан ва қўшимча белгиларнинг мавжудлигидандир. Шунинг учун

фақат қўшимча белгиларни муҳокама қиламиз.

1. Объектларнинг ичма-ич тартиби – V .

2. Объектларнинг марказ координаталари: $X_m = 1/S \sum_i \sum_j i \cdot f_{ij}$, $Y_m = 1/S \sum_i \sum_j j \cdot f_{ij}$.

3. Объект марказлари орасидаги масофа: $R_{kl} = \sqrt{(x_{mk} - x_{ml})^2 + (y_{mk} - y_{ml})^2}$

4. Ташқи чизилган тўртбурчак ўлчамлари:

$$a = |x_{\max} - x_{\min}| \cos \alpha, b = |y_{\max} - y_{\min}| \cos \alpha.$$

5. Объект маркази ва координата боши орасидаги масофа: $r = \sqrt{x_m^2 + y_m^2}$.

6. Объектларни ҳўқига нисбатан инерция моменти: $\mu^x = \sum_i \sum_j f_{ij} (i - x_m)^2$

7. Объектларни уўқига нисбатан инерция моменти: $\mu^y = \sum_i \sum_j f_{ij} (j - y_m)^2$

8. Объектларнинг аралаш инерция моменти: $\mu^{xy} = \sum_i \sum_j f_{ij} (i - x_m)(j - y_m)$

9. Объектларнинг асосий инерция моменти:

$$M_{1,2} = \frac{\mu^x + \mu^y}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4}(\mu^x - \mu^y)^2 + (\mu^{xy})^2}.$$

10. Объектларни катта ўқи узунлиги (Мартин диаметри): $O_1 = \max_j (dF_j)$, бу ерда dF_j –

Фере диаметри.

11. Объектнинг кичик ўқи узунлиги (Мартини эни): $O_2 = \min_i (dF_i)$.

12. Объект эксцентриситети: $e = \sqrt{\frac{(I \bullet \varepsilon_1)}{(I \bullet \varepsilon_2)}}$.

Бу ерда $\bullet$ белгиси - $I(\mu_x, \mu_y, \mu_{xy})$, $\varepsilon_1(\cos^2 \alpha, \sin^2 \alpha, -\sin^2 \alpha)$, $\varepsilon_2(\sin^2 \alpha, \cos^2 \alpha, \sin^2 \alpha)$ координатали векторларнинг скаляр кўпайтмаси белгиси, α – объектнинг оғиш бурчаги.

13. Объект юмалоқлиги: $Q = \frac{P^2}{4\pi S}$, бу ерда P - периметр, S - объект юзаси.

14. Фере диаметри: $F: F = p_0 / \pi$, бу ерда P_0 -объектга ташқи чизилган энг кичик қавариқ чизиқнинг периметри;

15. Объект чизиғининг бўлакланганлик даражаси: $I = \frac{n}{S}$, бу ерда n - тасвирдаги чизиқлар сони.

16. Объектнинг квадратга мослик коэффиценти: $J = \frac{P}{4H}$, бу ерда P -периметр, H - объектнинг Мартин эни.

17. Объект чизиқларининг спираллик даражаси: $C = \frac{P}{2L}$, бу ерда L -объектнинг Мартин диаметри.

5. Юзали объектларнинг белгилари

Элементлари сони тўққиздан ошиқ бўлган ва мустақил қисмларга ажратиш мумкин бўлган объектларга юзали объектлар дейилади. Уларнинг белгиларини аниқлаш учун манба тасвир белгиларини аниқлаш алгоритмларидан фойдаланиш мумкин, чунки ҳар бир объектга тасвир ёки унинг фрагменти деб қараш мумкин. Демак, қуйида манба

тасвирниқидан фарқли белгиларни муҳокама қиламиз.

1. Объект юзаси – s , унинг элементлар сонига тенг.
2. Объектдагри тешиклар сони – d ;
3. Объектдаги тешик юзаси s^d . Тешик юзасидаги нуқталар сонига тенг.
4. Объектнинг умумий майдони: $q = s + \sum_{i=1}^d s_i^d$.
5. Тасвирдаги объектлар сони – n .
6. Барча объектларнинг йиғинди юзаси: $S = \sum_{j=1}^n q_j$
7. Объект илма тешиклиги: $u = d / q$.
8. Тасвирнинг объектларга тўйинганлиги: $v = \frac{s}{MN}$.
9. Объект оғирлик маркази координаталари:
 $x_m = 1/s \sum_i \sum_j i \cdot f_{ij}, \quad y_m = 1/s \sum_i \sum_j j \cdot f_{ij}$.
10. Абцисса ўқиға нисбатан инерция моменти: $\mu^x = \sum_i \sum_j f_{ij} (i - x_m)^2$.
11. Ордината ўқиға нисбатан инерция моменти: $\mu^y = \sum_i \sum_j f_{ij} (j - y_m)^2$.
12. Аралаш инерция моменти $\mu^{xy} = \sum_i \sum_j f_{ij} (i - x_m)(j - y_m)$.
13. Инерция бош моментлари: $M_{1,2} = \frac{\mu^x + \mu^y}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4}(\mu^x - \mu^y)^2 + (\mu^{xy})^2}$.

Юзали объектлар учун айтиб ўтилганлардан ташқари Эйлер сони, объектларнинг ичма-ичлиги, объектлар орасидаги масофа, объект қобиғи параметри ва юзаси каби кўплаб белгиларни аниқлаш мумкин. Агар юзали объектларнинг контури олинса, ёпиқ чизиқли объектларға эға бўламиз, натижада юқоридаги муҳокамалар ҳам юзали объектлар учун ўринли бўлади.

6. Моментлар

Тасвир белгиларини аниқлаш ва уларни таққослашда моментлардан кенг фойдаланилади. **Момент** қуйидагича ҳисобланади.

$$\mu_{pq} = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^n x^p y^q f(x, y)$$

Бу ерда $f(x, y)$ - тасвирнинг x, y - координатасидаги пиксел қиймати. n – тасвир ўлчами (эни ва бўйи).

Кўпинча p ва q лар 0 дан 3 даражагача бўлади. Баъзи моментларнинг ўз маъноси бор. Масалан:

1. Агар $p, q=0$ бўлса - энергия ёки нолинчи даражали момент деб аталади ва бу ҳолда $f(x, y)$ бўйича сумма аниқланади.
2. Агар $p=1, q=0$ ёки $p=0, q=1$ бўлса, биринчи даражали моментлар деб аталади. Биринчи даражали моментлар орқали оғирлик марказини аниқлаш мумкин, яъни:

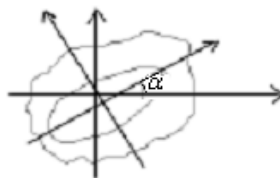
$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}},$$

ёки бу қуйидаги билан тенг кучли

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i.$$

3. Агар $p=2, q=0$ ёки $p=0, q=2$ бўлса – инерция моменти ёки иккинчи даражали момент деб аталади. У асосий инерция ўқини аниқлайди. Ўз навбатида ушбу моментлардан фойдаланиб, асосий ўқнинг оғиш бурчагини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\alpha = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{2\mu_{11}}{\mu_{20} - \mu_{02}}.$$



Тасвирдаги объектнинг силжишига нисбатан инвариантликни сақлаш мақсадида **марказий момент**дан фойдаланилади ва у қуйидагича ҳисобланади:

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p \cdot (y - \bar{y})^q f(x, y).$$

У ҳолда тасвирнинг бурилишига, силжишига ва ойна (зеркальной) кўринишига инвариант моментларни қуйидагича ҳисоблаш мумкин:

$$\Phi_1 = \mu_{20} + \mu_{02},$$

$$\Phi_2 = (\mu_{20} - \mu_{02})^2 + 4\mu_{11}^2,$$

$$\Phi_3 = (\mu_{30} - 3\mu_{12})^2 + (3\mu_{21} - \mu_{03})^2,$$

$$\Phi_4 = (\mu_{30} + \mu_{12})^2 + (\mu_{21} + \mu_{03})^2,$$

$$\Phi_5 = (\mu_{30} - 3\mu_{12})(\mu_{30} + \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] + \\ + (3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2],$$

$$\Phi_6 = (\mu_{20} - \mu_{02})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2] + 4\mu_{11}(\mu_{30} + \mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03}),$$

$$\Phi_7 = (3\mu_{21} - \mu_{03})(\mu_{30} - \mu_{12})[(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - 3(\mu_{21} + \mu_{03})^2] - \\ - (\mu_{30} - 3\mu_{12})(\mu_{21} + \mu_{03})[3(\mu_{30} + \mu_{12})^2 - (\mu_{21} + \mu_{03})^2].$$

Аффин алмаштиришларга, хусусан масштаблашга нисбатан инвариант моментларни эса, қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{(\mu_{00})^\gamma}, \text{ бу ерда } \gamma = \frac{p+q}{2} + 1.$$

Бу формула даражалар $p+q \geq 2$ бўлган ҳолат учун ўринлидир.

У ҳолда, тасвирнинг жойлашуви, масштаби ва ориентациясига нисбатан инвариант моментлар қуйидагича ҳисобланади:

$$\begin{aligned}
M_1 &= \eta_{20} + \eta_{02}, \\
M_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2, \\
M_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2, \\
M_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2, \\
M_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + \\
&+ (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2], \\
M_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}), \\
M_7 &= (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} - \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] - \\
&- (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2].
\end{aligned}$$

Xaf almashtirishlari yordamida tasvir belgilarini aniqlash.

Хаф алмаштиришлари орқали биз бинар (ок-қора) тасвирда параметрли эгри чизикларни топишимиз мумкин. Масалан, тўғри чизик, айлана, эллипс ва х.к. Бинар тасвирларда икки хил турдаги ранглар катнашади, булар – фон (ок) ва объект (қора) рангларидир.

Усулнинг асосий ғояси. Хаф алмаштиришининг асосий ғояси - бу қаралаётган нуқталарга етарлича катта микдорда мос тушувчи ёки шу нуқталар орқали ўтувчи эгри чизикларни излашдир. Текисликда параметрли тенглама орқали берилган эгри чизиклар оиласини қуйидагича ифодалаймиз:

$$F(a_1, a_2, \dots, a_n, x, y) = 0;$$

бу ерда F – бирор функция, $a_1, a_2, \dots, a_n$ – эгри чизиклар оиласига мансуб параметрлар, x, y – текисликдаги координаталар. Эгри чизиклар оиласига мансуб параметрлар бошқа бир фазони ташкил қилади. Бунда ҳар бир нуқта $a_1, a_2, \dots, a_n$ каби аниқ параметрлар орқали бирор эгри чизикқа мос тушади.

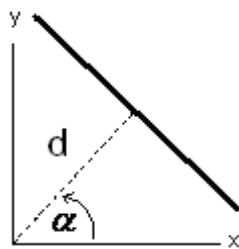
Фазода ҳеч бўлмаганда битта эгри чизик ўтувчи катакчага тасвирда қаралаётган нуқталар сонини кўрсатувчи микдор (хисоблагич) қўйиш мумкин. Катакчадаги хисоблагични текшириб, унга энг кўп мос тушган нуқталарни, яъни эгри чизикларни топиш мумкин.

Мисол: Тасвирда тўғри чизикни топиш. Маълумки, текисликдаги тўғри чизикни қуйидаги формула ёрдамида кўрсатиш мумкин (8.1-расм).

$$x \cdot \cos \alpha + y \cdot \sin \alpha = d,$$

бу ерда d – координаталар бошидан тўғри чизикқа ўтказилган перпендикулярнинг узунлиги. α - OX ўқи билан тўғри чизикқа ўтказилган перпендикуляр орасидаги бурчак бўлиб, у радианда берилади ($0 < \alpha < 2\pi$). Шундай қилиб, тўғри чизиклар оиласини ифодаловчи функция қуйидаги кўринишга эга:

$$F(d, \alpha, x, y) = x \cdot \cos \alpha + y \cdot \sin \alpha - d.$$



8.1-расм. Тўғри чизикни параметрли кўриниши.

Тасвирнинг ҳар бир x, y нуқтаси орқали турли d ва α параметрлар билан берилган бир неча тўғри чизиклар ўтказиш мумкин (8.2-расм). Бошқача айтганда тасвирнинг ҳар бир (x, y) нуқтасига (d, α) фазосидаги синусойдани ташкил қилувчи нуқталар тўплами мос келади (8.3-расм). Ўз навбатида (d, α) фазосидаги ҳар бир нуқта тасвирдаги тўғри чизикни ташкил қилувчи нуқталар тўпламига мос келади. (d, α) фазосининг ҳар бир (d_0, α_0) нуқтасига $x \cdot \cos \alpha_0 + y \cdot \sin \alpha_0 = d_0$ тўғри чизикда ётувчи (x, y) нуқталар сонига мос параметрларни қийматини қўйиш мумкин.

Бошланғич ва компьютердаги маълумотларни тасвирлашнинг дискретлигини ҳисобга олган ҳолда узлуксиз (d, α) фазони дискрет фазога алмаштириш керак. Шунинг учун (d, α) фазосини тўғри тўртбурчакларга бўламиз. Фазонинг ҳар бир катакчаси d ва α нинг яқин қийматларига эга бўлган тўғри чизиклар тўпламига мос келади. Энди фазонинг ҳар бир катакчасига мос келувчи қуйидаги параметрни киритамиз:

$$[d_i, d_{i+1}] \times [\alpha_i, \alpha_{i+1}].$$

Катакчага мос нуқталар сони бўлиб, улар қуйидаги тенгламани қаноатлантиради:

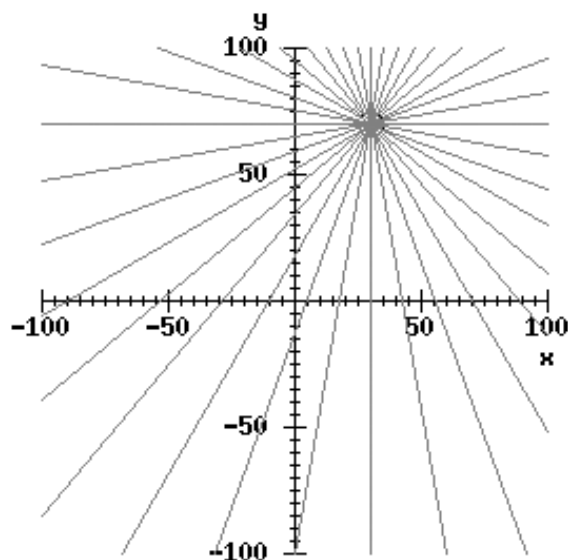
$$x \cdot \cos \alpha + y \cdot \sin \alpha = d, \text{ бу ерда } \alpha_i \leq \alpha \leq \alpha_{i+1}, d_i \leq d \leq d_{i+1}.$$

Катакчалар ўлчамини ташлашда қуйидагиларни ҳисобга олиш зарур.

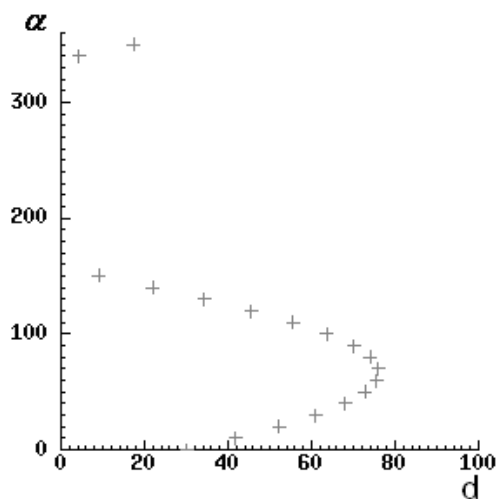
1. Агар катакча жуда катта бўлса, у ҳолда «тўғри чизик» сифатида бир-биридан етарлича узоқда ётган нуқталар тўпламини қабул қилиш мумкин.
2. Агар катакчалар жуда кичик бўлса, бирорта ҳам тўғри чизикни топиш имконияти бўлмаслиги мумкин.

Хаф алмаштиришларидан фойдаланиб тасвирда тўғри чизикни қидириш алгоритми умумий ҳолда қуйидаги кўринишга эга.

- 1) Хамма катакчалар параметрларини нолга тенглаймиз.
- 2) Текширилаётган ҳар бир (x, y) нуқта учун ва берилган нуқтадан ўтувчи ҳар бир тўғри чизик учун мос параметрлар қийматини ошириш.
- 3) Параметрларни максимал қийматига мос катакчаларни танлаш.
- 4) Энг кўп нуқталардан ўтган тўғри чизикнинг параметрларини (d, α) фазосидаги катакчаларнинг марказ координатасига тенг қилиб танлаш.



8.2-расм. Битта нуқтадан бир неча тўғри чизик ўтказиш.



8.3-расм. Синусойда.

Агар бир нечта тўғри чизикларни танлаш зарур бўлса, у ҳолда берилган тўғри чизикқа тегишли нуқталар сонини кўрсатувчи параметрларни қийматини камайиш бўйича тартиблаш ёки (d, α) фазосидаги локал минимумларни кўриб чиқиш зарур.

Фараз қилайлик, бизга юз тасвирида айлана шаклига яқин бўлган кўз қорачиғини аниқлаш масаласи қўйилган. У ҳолда Хаф алмаштиришлари ёрдамида одамнинг кўз қорачиғи жойлашган координатани аниқлашнинг бир алгоритми қуйидагича бўлиши мумкин.

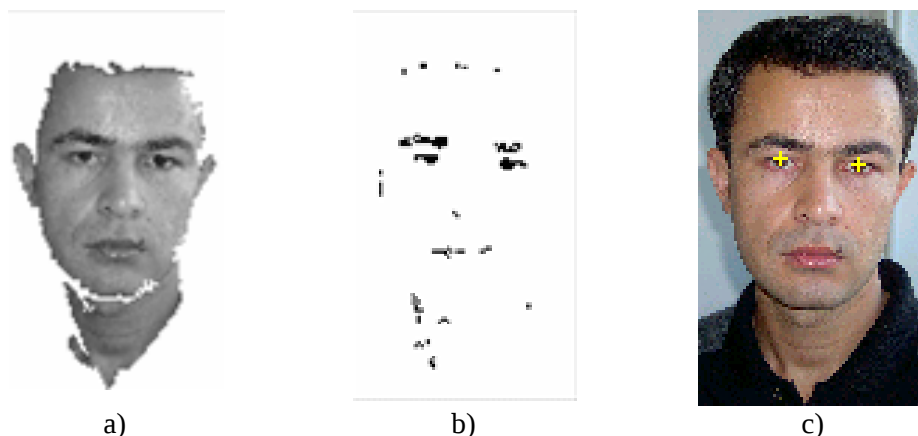
Дастлаб, тасвирда юз соҳаси аниқланади ва бу соҳа бинар тасвирга ўтказилади. Бизга маълумки, кўз қорачиғининг чегаравий контур чизиғи геометрик шакллардан айланага кўпроқ мос тушади. Демак, биз айлана шаклини Хаф алмаштириш ёрдамида излашимиз мумкин. Агар танланган объектда бирор $P(x,y)$ ички нуқта учун R радиусда айлана чизилса ва бу айлана чегараси объектнинг чегаравий нуқталарига фоиз ҳисобида кўпроқ мос тушса, у ҳолда шу нуқтани айлана маркази деб олиш мумкин. Уни қуйидаги формула бўйича ифодалаш мумкин.

$$P_{x,y} = \frac{L_{border}}{2\pi R} \cdot 100,$$

$$P_{center} = \max\{P_1, P_2, \dots, P_n\}.$$

бу ерда R - қидирилатган айлана радиуси, L_{border} – айланага мос тушувчи мавжуд чегара нуқталари сони (узунлиги).

Бунда натижанинг етарлича катта бўлса (масалан, $P > 80$), у ҳолда қаралаётган нуқтани R радиусли айлана маркази деб олса бўлади. Яъни, шу жойда айлана (ёки кўз қорачиғи) топилган деб ҳисобланади. Алгоритм натижасини 8.4-расмда кўришимиз мумкин.

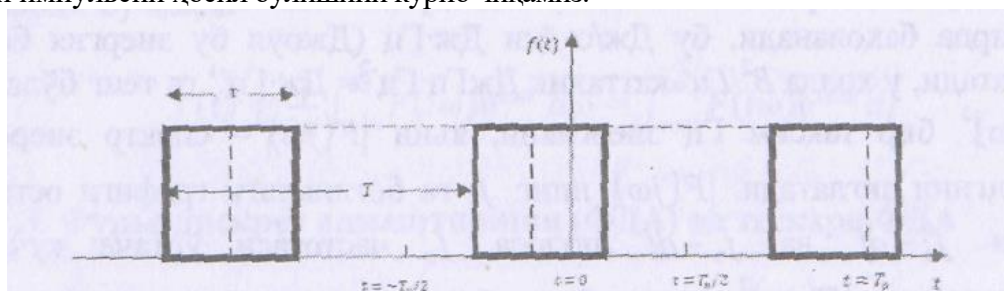


8.4-расм. Ажратиб олинган юз тасвири (а), уни бинарлаштириш натижаси (б) ҳамда Хаф алмаштириши ёрдамида аниқланган кўзлар координаталари (с).

7-Мавзу: Tasvirlarning Fazoviy–skpektral belgilarini aniqlash usullari. Teksturaviy tasvirlarni qayta ishlash va ularning belgilarini aniqlash usullari.

1. Фурье алмаштириши

Агар сигнал даврий бўлмаса, у ҳолда Фурье қоторига ёйиш мослаштирилади. Мисол тариқасида 5.1-расмда келтирилган тўғри бурчакли импульслар кетма-кетлигидан импульслар такрорланиш даври T_p ни чексизликкача давом эттариш натижасида ягона тўртбурчакли импульсни ҳосил бўлишини кўриб чиқамиз.



5.1-расм. Даврий такрорланувчи тўғрибурчакли импульс.

T_p ни катталаштириб борилса, гармоникалар орасидаги $1/T_p = \omega/2\pi$ бўлган масофа $d\omega/2\pi$ гача кичиклашиб боради ва нольга тенг бўлади. Бу ўзгарувчи дискрет частота $n\omega$ дан узлуксиз ўзгарувчи (ω га ўтишга, шу билан бир вақтда фазавий ва амплитудавий спектр ҳам узлуксиз бўлишига олиб келади. Демак, $T_p \rightarrow \infty$ бўлганда $d_n \rightarrow d\omega$ бўлади. Ушбу ўзгартиришларни эътиборга олсак ифода қуйидаги кўринишни олади

$$d(\omega) = \frac{d\omega}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S(t) e^{-j\omega t} dt \quad (5.1)$$

Қулай бўлиши учун (5.1) ифодани $d\omega/2\pi$ га бўлиб қуйидаги ифодани оламиз:

$$\frac{d(\omega)}{d(\omega)/2\pi} = F(i\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) e^{-j\omega t} dt \quad (5.2)$$

Бу формуладаги $F(j\omega)$ Фурье интегрални В/Гц оддийгина Фурье тасвири (кўриниши) деб аталади. Агар $F(j\omega)$ ни ҳақиқий ва мавҳум қисмлари йиғиндиси шаклида қуйидагича ифодалаш мумкин. Агар

$$F(j\omega) = \text{Re}(j\omega) + j\text{Im}(j\omega) = |F(j\omega)|e^{j\varphi(\omega)} \quad (5.3)$$

бўлади ва бу катталиқ вольтда эмас В/Гц ларда баҳоланади. $F(j\omega)$ ни амплитуда зичлиги, баъзан эса амплитуда спектри зичлиги ёки амплитуда спектри деб аталади. Амплитуда спектрига мос равишда фаза силжиши $\varphi(\omega)$ қуйидагича аникланади

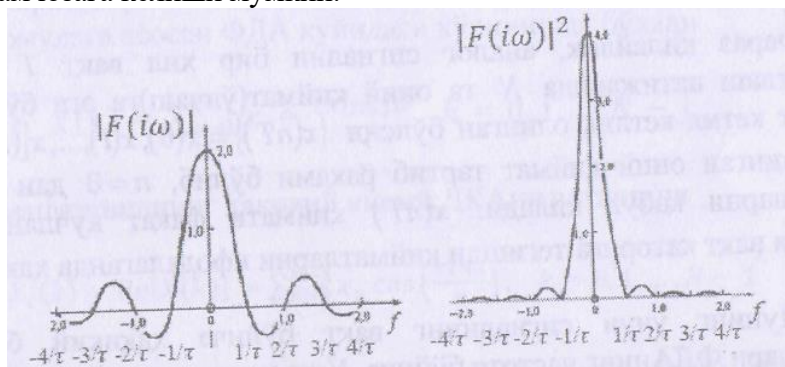
$$\varphi(\omega) = \arctan[\text{Im}(j\omega)/\text{Re}(j\omega)] \quad (5.4)$$

$|F(j\omega)|^2$ қиймати В²/Гц² шаклида баҳоланади. Нормаллаштирилган электр қуввати, яъни қаршилиги 1 Ом бўлган қаршилиқда ажралиб чиқаётган қувват В² ларда баҳоланади, бу Дж/с ёки Дж/Гц (Джоул - бу энергия бирлиги)ни англатади, у ҳолда В²/Гц² катталиқ Дж/Гц² Дж/Гц⁻¹ га тенг бўлади. Демак $|F(j\omega)|^2$ бир тақсим Гц энергияни, яъни $|F(j\omega)|^2$ - спектр энергиясининг зичлигини англатади. $|F(j\omega)|^2$ нинг f га боғлиқлиги графиги остидаги юза асоси $f_0 - df$ ва $f f_0 + df$ полоса f_0 частотаси ўртача кучланишини ифодалайди. $|F(j\omega)|^2$ нинг f га боғлиқлиги графиги остидаги юза f_0 частотадаги энергия ўртача қийматига тенг бўлади. Бундан ташқари спектр таҳлилида кўп ҳолларда спектр энергияси зичлигининг частотага боғлиқлик графиги (чизмаси) ҳам қурилади.

Агар импульсдан оний қиймат олиш унинг марказига (қоқ ўртасига) мос келса, яъни $x = \frac{1}{2}$ - бўлганда ушбу импульснинг Фурье шакли (кўриниши) қуйидагича берилади

$$F(i\omega) = \frac{A\tau \sin(\omega\tau/2)}{\omega\tau/2} = A\tau \text{sinc}(\omega\tau/2) \quad (5.5)$$

ва ҳақиқий ҳисобланади. $|F(j\omega)|$ функция узлуксиз бўлиб, унинг $A = 1 \text{ В}, T_p = 10 \text{ с}$ ва $\tau = 2 \text{ с}$ қийматлари учун графиги 5.2а-расмда тасвирланган. Бу амплитуда спектри оний қийматлар функциясига пропорционал бўлиб, ҳамма вақт идеал паст частота филтрига тўғрибурчакли импульс таъсирида ҳосил бўлади, шу билан бирга ҳар қандай давомийлиги t билан чекланган импульс таъсирида ҳам юзага келиши мумкин.



5.2-расм. Импульс амплитудаси 2В: а) амплитуда спектри; б) энергия спектри.

Амплитудаси 2 В бўлган импульс энергия спектрал зичлиги графиги 5.2б-расмда тасвирланган, 5.2а-расмда эса амплитуда спектри тасвирланган.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, функциянинг частотага боғлиқлигидан вақт функциясига Фурье тескари алмаштириши ёрдамида ўтиш мумкин. Бу ҳолда

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(i\omega) e^{i\omega t} d\omega = \int_{-\infty}^{\infty} F(i\omega) e^{i\omega t} df \quad (5.6)$$

2. Фурье дискрет алмаштириши (ФДА) ва тескари ФДА

Амалда сигнал Фурье ташкил этувчилари, унга аналог ишлов бериш натижасида эмас, рақамли ҳисоблашлар натижаси орқали аникланади. Аналог сигнал чексиз кўп бир-бирига яқин нуқталардан иборат бўлганлиги учун, унинг ҳамма қийматларини ифодалаш мумкин эмас. Шунинг учун рақамли тизимлардан фойдаланиш учун аналог сигнални бир хил вақт оралиқларида дискретлаш керак бўлади ва бу оний қиймат(ўлчов)лар иккилик рақамли сигнал шаклига келтириш керак бўлади. Бу оний қийматни ўлчаш хотирада сақлаш контури ёрдамида

амалга оширилади, сўнгра аналог-рақамли ўзгартириш амалга оширилади. Аналог сигнални юкори аниқлик билан тиклаш учун бу бир секунд давомида олинган оний қиймат (ўлчаш)лар сони етарли даражада. Назарий нуқтаи назардан дискретлаш керакли тезлиги Найквист частотаси деб аталади ва $2f_{ю}$ га тенг, $f_{ю}$ - сигналнинг амплитудаси сезиларли даражада катта энг юкори частота синусоидал кўринишдаги ташкил этувчи частотаси.

Шундай қилиб, ўзгартирилиши керак бўлган ҳамма маълумотлар энди дискрет ва нодаврий ҳам бўлиши мумкин. Шунинг учун Фурье алмаштиришидан фойдаланиш мумкин эмас, чунки у узлуксиз маълумотлар учун мўлжалланган. Аммо, шундай аналог алмаштириш борки, уни дискрет маълумотларга ҳам қўллаш мумкин - бу Фурье дискрет алмаштириши (ФДА).

Фараз қилайлик, аналог сигнални бир хил вақт T оралиқларида дискретлаш натижасида N та оний қиймат(ўлчаш)га эга бўлган куйидаги дискрет кетма-кетлик олинган бўлсин $\{x(nT) = x(0), x(t), \dots, x[N-1]T\}$, бунда n - олинган оний қиймат тартиб рақами бўлиб, $n = 0$ дан $n = N-1$ гача қийматларни қабул қилади. $x(nT)$ қиймати фақат кучланиш спектрига тегишли вақт қаторига тегишли қийматларни ифодалаганда ҳақиқий катталиқ бўлади.

Шунинг учун сигналнинг вақт бўйича ҳақиқий бўлган N та қийматлари ФДАнинг частота бўйича N та комплекс қийматларига айланади

$$X(k) = F_D[x(nT)] = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT)e^{-ik\Omega nT}, k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (2.1)$$

бунда F_D орқали Фурье дискрет алмаштириши белгиланган.

Тескари Фурье дискрет алмаштириши (ТФДА) куйидагича аниқланади

$$x(nT) = F_D^{-1}[X(k)] = \sum_{k=0}^{N-1} X(k)e^{ik\Omega nT}, k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (2.2)$$

бунда F_D^{-1} - орқали тескари Фурье дискрет алмаштириши белгиланган.

3. Дискрет косинус алмаштириш (ДКА)

Дискрет косинус алмаштиришлардан корреляция ва свертка (ўрам)ни ҳисоблашни тезлаштиришда ва спектр таҳлилида фойдаланилади. Бундан ташқари бу усуллардан маълумотларни сиқиш, мисол учун овозни (товуш) ёки тасвирни узатиш, электрокардиограмма ва электроэнцефограмма каби медицина сигналларини ёзиш учун фойдаланилади. Шунингдек ДКАдан тасвир ва нусха (шаблон)ларни танишда ҳам фойдаланилади. Бунинг натижасида сигналларни узатиш учун кодлашда талаб этиладиган "бит"лар сони камаяди, бу сигнал узатиш тезлигини оширади. Бу эса, нисбатан тор полосали алоқа линияларидан фойдаланиш имкониятини келтириб чиқаради, шунингдек нусха (шаблон)ларни танишни осонлаштиради (бу ахборот ҳажми камайтирилиши ҳисобига руй беради). ДКАнинг ушбу хусусиятлари уни сигналларни сиқиш нуқтаи назаридан самарадорлигини билдиради, бу сигнал энергиясининг паст частоталарда тўпланиши натижасида руй беради. Бундан ташқари ҳисоблашларнинг соддалиги ва ўртача квадратик хатоликнинг кичик (минимал) бўлишини таъминлайди.

Юкоридаги фикрлар Фурье дискрет косинус алмаштиришдан (ФДКА) фойдаланишни тақозо этади. Умуман олганда ФДКА Фурье дискрет алмаштиришининг ҳақиқий қисмидан иборат, чунки Фурье қатори ҳақиқий ва жуфт қисми фақат косинусоидал ташкил этувчилардан иборат бўлиб, мисол учун кучланишнинг дискрет қийматларидан фойдаланилганда маълумотлар ҳақиқий бўлади, уларни икки марта кўп қилиш учун уларга акс ташкил этувчиларини қўшиш керак бўлади.

ФДА куйидаги кўринишда бўлади

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x_n e^{-2\pi i n k / N}, k = 0, 1, \dots, N-1$$

Ушбу алмаштиришнинг ҳақиқий қисми ДКАни англатади

$$X_c(k) = \text{Re}[X(k)] = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cos\left(\frac{k2\pi n}{N}\right), k = 0, 1, \dots, N-1$$

Бу ДКАнинг бир хусусий кўриниши. ДКАнинг умумий кўриниши куйидагича аниқланади

$$X_c(k) = \operatorname{Re}[X(k)] = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cos\left(\frac{k2\pi n + k\pi}{2N}\right) = \\ = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cos\left(\frac{k\pi(2n+1)}{2N}\right), k = 0, 1, \dots, N-1$$

4. Уолш алмаштириши

Ҳозиргача кўриб чиқилган алмаштиришлар синус ва косинус функцияларига асосланган эди. Импульсга ўхшаш +1 ва -1 га асосланган алмаштириш нисбатан осон ва тез ҳисоблаш имкониятини беради. Бундан ташқари бундай алмаштиришлар узлуксизлиги бузилган сигналларни ифодалашда анча қулай ҳисобланади, мисол учун, тасвир сигналларини алмаштиришда. Шу билан бирга улар узлуксиз сигналларни ифодалашда анча ноқулай бўлиб, улар фазалари бўйича мосликни таъминламайдилар, бу сигнал спектрининг бузилишига ва натижада сигнал шаклининг бузилишига олиб келади. Шунинг учун Уолш алмаштиришидан одатда тасвир сигналларига ишлов бериш (астрономия ва спектроскопия)да сигналларни кодлаш ва филтрлашга фойдаланилади.

Фурье дискрет алмаштириши гармоник синусоидал ва косинусоидал ташкил этувчилар орқали ифодаланганидек, Уолш дискрет алмаштириши (УДА) Уолш функциялари деб аталувчи тўғри тўртбурчакли ўровчилик гармоник сигналлар тўплами орқали ифодалашга асосланган. Аммо тўғрибурчакли импульслар учун уларнинг такрорланиш частотаси номаълум бўлгани учун аналог сигнал учун фойдаланиладиган "кетма-кетлик" атамасидан фойдаланилади. "Кетма-кетлик" - бу вақт бирлигида нольни кесиб ўтишлар сонининг ярмига тенг бўлади. 5.3-расмда $N=8$ гача бўлган тартибдаги Уолш функциялари катталаниш тартибида кўрсатилган. Бу кўринишни Уолш бўйича тартибга келтирилган функция деб аталади. Давомийлик вақти t га ва тартиби n га тенг Уолш функцияси қуйидагича белгиланади $WAL(n, t)$. 5.3-расмдан кўринадики худди Фурье каторида тоқ ва жуфт синусоидал ва косинусоидал функциялар бир-бирига тенг бўлганидек, Уолш функциясида ҳам бир хил сонли тоқ ва жуфт функциялар бўлади. Уолш $WAL(2k, t)$ жуфт функциялари $CAL(k, t)$ кўринишида ифодаланади ва $WAL(2k+1, t)$ тоқ, функциялари $CAL(2k+1, t)$ кўринишида ифодаланади, бу ерда $k=1, 2, \dots, N/2-1$.

Ҳар қандай $S(t)$ сигнални Уолш функциялари мажмуа (жамлама)ларига ёйиш мумкин (худди Фурье каторига ёйгандек)

$$S(t) = a_0 WAL(0, t) + \sum_{i=1}^{N/2-1} \sum_{j=1}^{N/2-1} [a_i SAL(i, t) + b_i CAL(j, t)]. \quad (4.1)$$

бунда a_i ва b_i - қатор коэффицентлари.

Ҳар қандай иккита Уолш функцияси учун қуйидаги ифода кучга эга

$$\sum_{t=1}^{N-1} WAL(m, t) WAL(n, t) = \begin{cases} N & \text{агар } n = m, \\ 0 & \text{агар } n \neq m. \end{cases}$$

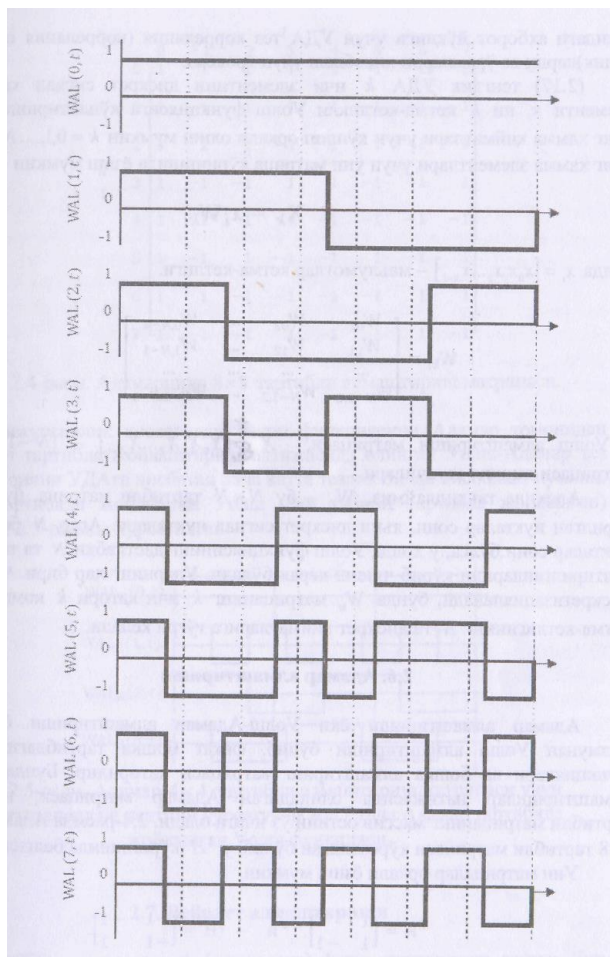
яъни Уолш функциялари ўзаро ортогонал.

Уолш алмаштириши учун тўғри ва тесқари алмаштиришларни тадбиқ этиш мумкин:

$$X_k = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N-1} x_t WAL(k, t), k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (4.2)$$

$$x_t = \sum_{k=1}^{N-1} X_k WAL(k, t), k = 0, 1, \dots, N-1, \quad (4.3)$$

Агар $1/N$ кўпайтмани эътиборга олинмаса тесқари алмаштириш тўғри алмаштириш билан бир хил ва $WAL(k, t) = \pm 1$ бўлади.



5.3-расм. Уолшнинг 8x8 тартибли алмаштириши матрицаси учун унинг кетма-кет катталашини $n = 1$ гача тартибга келтирилган функциялари.

Шунинг учун "шакл"лар жуфтларини матрицаларни рақамли усул (метод) асосида кўпайтириш натижасида топиш мумкин. Аммо фаза ҳақидаги ахборот йўқлиги учун УДА тез корреляция (корреляция оралиғи кичик)ларни ва ўрамларни ҳисоблаш учун яроқсиз.

(4.2) тенглик УДА k нчи элементини дискрет сигнал ҳар бир элементи x_i ни k кетма-кетликли Уолш функциясига кўпайтириши ва k нинг ҳамма қийматлари учун қўшиш орқали олиш мумкин $k=0,1,...,N-1$ k нинг ҳамма элементлари учун уни матрица кўринишида ёзиш мумкин

$$X_k = x_i W_{ki} \quad (4.4)$$

бунда $x_i = [x_0, x_1, \dots, x_{N-1}]$ – маълумотлар кетма-кетлиги.

$$W_{ki} = \begin{bmatrix} W_{01} & W_{02} & \dots & W_{0,N-1} \\ W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1,N-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{N-1,1} & W_{N-1,2} & \dots & W_{N-1,N-1} \end{bmatrix}$$

- Уолш алмаштириши матрицаси, $X_k = [X_0 X_1 X_2 \dots X_{N-1}]$ – $(N-1)$ УДА матрицаси ташкил этувчилари.

Алоҳида таъкидлаймиз, W_{ki} . - бу $N \times N$ тартибли матрица, бунда N берилган нуқталар сони, яъни дискрет сигнал нуқталари. Агар N берилган нуқталар сони бўлса, у ҳолда Уолш функциясининг дастлабки N та тартибга келтирилганларини кўриб чиқиш керак бўлади. Уларнинг ҳар бири N марта дискретизацияланади, бунда W_{ki} матрицанинг k -чи қатори k компонента кетма-кетлигининг N та дискрет қийматларига тўғри келади.

5. Адамар алмаштириши

Адамар алмаштириши ёки Уолш-Адамар алмаштириши бу ҳам мазмунан Уолш алмаштириши бўлиб, фақат бопца тартибдаги Уолш функциялари ва бопца алмаштириш матрицаси қаторидир. Бундай урин алмаштиришлар натижасида олинadиган Адамар

матрицаси, иккинчи тартибли матрицанинг массив остини уз ичига олади. 5.4-расмда Адамарнинг 8×8 тартибли матрицаси кўрсатилган бўлиб, у 8H кўринишида белгиланади.

Уни матрицалар оркали ёзиш мумкин

$${}^2H = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \text{ ва } -{}^2H = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$$

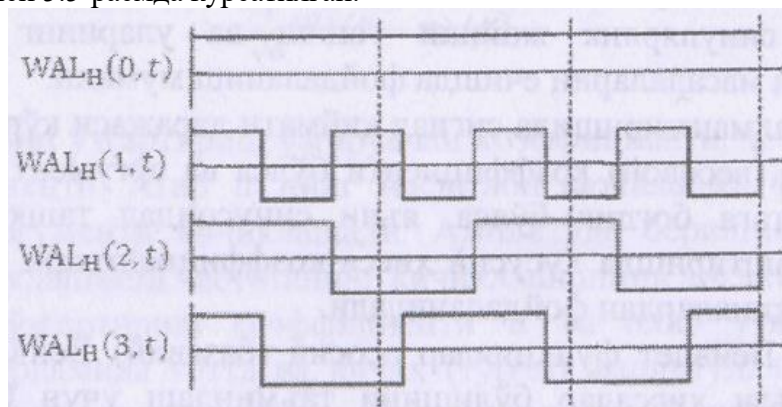
Адамарнинг ҳар қандай $2N$ тартибли матрицасини 2H дан рекурсия шаклда олиш мумкин, яъни

$${}^{2N}H = \begin{bmatrix} {}^NH & {}^NH \\ {}^NH & {}^NH \end{bmatrix} \quad (2.20)$$

		$i \rightarrow$							
		0	1	2	3	4	5	6	7
0	$\downarrow$	1	1	1	1	1	1	1	1
1		1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
2		1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
3		1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
4		1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
5		1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
6		1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
7		1	-1	-1	1	-1	1	1	-1

5.4-расм. Адамарнинг 8×8 тартибли алмаштириш матрицаси.

Бу рекурсивлик хоссасидан Уолш функцияскни Адамар томонидан аниқланган тартибда жойлаштириш натижасида олинган Уолш-Адамар тез алмаштиришини УДАга нисбатан анча катта тезлик билан ҳисоблаш мумкин. Адамар тартибида жойлашган Уолш (табiiй тартибда жойлашган) функцияси 5.5-расмда кўрсатилган.



5.5-расм. Адамар 4×4 тартибли алмаштириш матрицаси учун дискретизациялаш вақтини курсатувчи $n = 7$ гача Адамар тартибида жойлашган Уолш функцияси.

6. Вейвлет алмаштириши

Гейзенберг номаълумлик (ноаниқлик) физик принципига асосан, бир вақтнинг ўзида x заррачанинг ҳолати ва унинг импульси p ни аниқ билиш мумкин эмас. Амалда

$$xp \geq h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

бунда h — Планк доимийси. Эйнштейннинг $E = mc^2$ тенгламаси асосида бу принципни сигналларга ишлов бериш соҳасида ҳам қўллаш мумкин. Бунда Гейзенберг принципи қуйидагича таърифланади: бир вақтнинг ўзида ҳар қандай аниқлик билан вақт ва частотани аниқлаш мумкин эмас, яъни

$$\nabla f \cdot T \geq 1$$

бунда ∇f ва T частота ва вақт бўйича фарқланишни ифодалайди. Агар частота қиймати юқори аниқлик билан фарқланса (аниқланса), у ҳолда частота нисбатан кам аниқлик билан баҳоланади ва аксинча.

Натижада бир вақтнинг ўзида сигнал ташкил этувчилари частотасини ва унинг пайдо бўлиш вақтини ёки сигнал турли частотали ташкил этувчиларини вақт бўйича ажратиш талаб даражасидаги юқори аниқлик билан ўлчаш етарли даражада мураккаб бўлиши мумкин. Бу ҳолат агар сигнал юқори частотали ташкил этувчилардан иборат бўлса ва улар вақт соҳасида узок давомийли ташкил этувчиларга жуда ҳам яқин жойлашган бўлса ва улар ҳам ўз вақтида частота соҳасида яқин жойлашган бўлса, ҳамда турли онлар (вақтлар)да ҳосил бўлса юз бериши мумкин.

Бундай сигналлар даврий бўлмайди. Бу частота-вақт таҳлили умумий муаммосини ечиш учун Вейвлет алмаштиришдан фойдаланилади (wavelet transform), у ностационар сигналларни таҳлил этиш воситаси ҳисобланади. Вейвлет алмаштиришдан сигналларни филтрлашда, шовқинларни йўқотишда, синулярлик жойини топиш ва уларнинг таксимланишини аниқлаш каби масалаларни ечишда фойдаланиш мумкин.

Фурье алмаштиришида сигнал қиймати даражаси кўрсаткичида мавҳум бўлган хисса (весовой) коэффиценти бўлса ва аргумент гармоник шаклда бўлиб частотага боғлиқ бўлса, яъни синусоидал ташкил этувчи бўлса, Вейвлет алмаштиришда хусусий хисса коэффиценти қиймати сифатида Вейвлет функциялардан фойдаланилади.

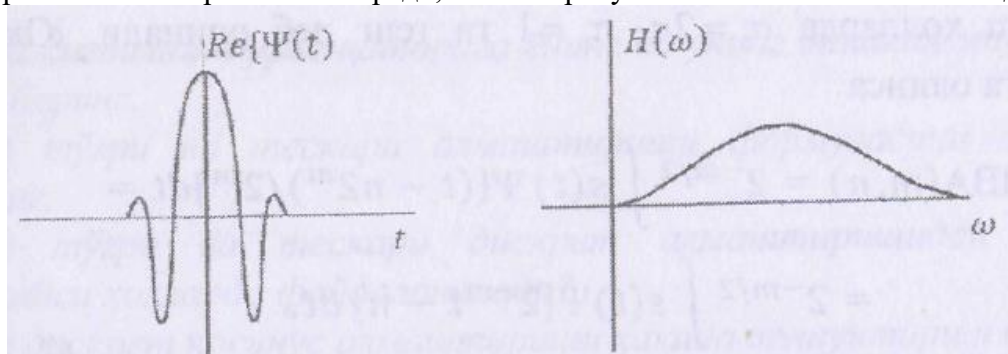
Ҳамма Вейвлет функциялар асосий (базавий) Вейвлет функциясидан олинади. Баъзи хоссалар бўлишини таъминлаш учун бир қатор асосий (базавий) функциялардан фойдаланилади. Талаб этиладиган хоссаларга эга бўлиш учун Вейвлет функция тебранишлар шаклида бўлиб, доимий ташкил этувчиси бўлмаслиги керак, спектри маълум бир кичик полосада жойлашган бўлиши, кичик вақт ичида нольга тенг қийматгача кичиклашиши ва аксинча, кичик вақт оралиғида ўзининг энг катта қийматига эга бўлиши керак. Бу хусусият Вейвлет алмаштириш бир қийматли бўлишига кафолат беради. Асосий функцияни $\Psi(t)$ кўринишида ёзиш мумкин. Мисол учун, Морлет ёки Гаусс модификацияланган асосий функцияси (Морле вейвлети) қуйидагича ифодаланади

$$\Psi(t) = e^{i\omega_0 t} e^{-t^2/2}.$$

Унинг Фурье кўриниши

$$H(\omega) = \sqrt{2\pi} e^{-(\omega - \omega_0)^2/2}$$

Бу икки сигнал 5.6-расмда келтирилган бўлиб, бундан кўринадики $\Psi(t)$ функция юқорида келтирилган талабларга жавоб беради, яъни тебранувчан ва нольгача кичиклашади.



5.6-расм. Модификациялаштирилган Гаусс ёки Морлет, $\Psi(t)$ она (асосий) вейвлет функцияси ва унинг Фурье кўриниши $H(\omega)$.

Узлуксиз вейвлет алмаштиришни (УВА) (a, τ) қуйидагича ифодалаш мумкин

$$\text{УВА}(a, \tau) = (1/\sqrt{a}) \int s(t) \Psi\left\{\frac{t-\tau}{a}\right\} dt$$

Бу тенглама параметрларини дискретлаш натижасида дискрет параметрли вейвлет алмаштириши (ДПВА) (m, n) ни олиш мумкин, у қуйидагича аниқланади

$$\text{ДПВА}(m, n) = a_0^{-m/2} \int s(t) \Psi\{(t - n\tau_0 a_0^m)/a_0^m\} dt,$$

бунда куйидаги алмаштиришлар амалга оширилган: $a = a_0^m$ $\tau = n\tau_0 a_0^m$ Бу алмаштиришларда a_0 ва τ_0 лар a ва τ лар учун дискретизациялаш оралиғи; m ва n лар эса бутун сонлар.

Кўп ҳолларда $a_0 = 2a$ $\tau_0 = 1$ га тенг деб олинади. Юқоридагиларни эътиборга олинса

$$\begin{aligned} \text{ДПВА}(m, n) &= 2^{-m/2} \int s(t) \Psi\{(t - n2^m)/2^m\} dt = \\ &= 2^{-m/2} \int s(t) \Psi\{2^{-m}t - n\} dt \end{aligned}$$

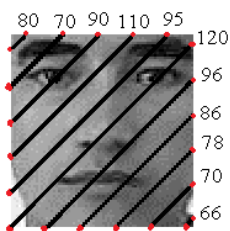
7. Радон алмаштириши.

Рақамли тасвирларни қайта ишлаш ва таниб олиш билан боғлиқ илмий-амалий масалаларни ҳал этишда тасвирларнинг идентификацион белгиларини ажратиб олиш (аниқлаш) масаласи муҳим ҳисобланади. Белгиларни аниқлаш усуллари кўп, лекин тасвирнинг сифатига ва турли ҳалақитларга нисбатан турғун бўлган ишончли усулни топиш зарур. Ҳозирги кунда шундай хусусиятларга эга бўлган Радон ва унга ўхшаш алмаштиришлардан дунё олимлари кенг фойдаланмоқдалар.

7.1. Масаланинг қўйилиши

Таъкидланадики, Радон алмаштириши ёрдамида ишончли белгилар фазосини қуриш мумкин. Олимлар томонидан олиб борилган тадқиқотларда шу нарса маълум бўлганки, бирор объектни одам таниб олиши учун шу объект тасвири кўз ёрдамида сканерланади (сканер – кўз югуртириш, нусха олиш маъносини беради). Сканерлаш жараёни тасвирдаги ахборотларни маълум бир қадам билан бирор тўғри чизик бўйлаб ўқиш орқали амалга оширилади. Тўғри чизикларни турли бурчакларда ($\theta \in [0, \pi]$) қуриш орқали кўплаб сканерлаш натижаларини олиш мумкин. Демак, турли бурчакларда ва маълум бир қадам (одатда 1 қадам олинади) билан тўғри чизикларни қуриш ва шу тўғри чизикларга мос келган тасвир пиксел ранглари йиғиндисини ҳисоблаш орқали тасвирнинг Радон матрицасини шакллантириш алгоритминини ишлаб чиқиш масаласи пайдо бўлади.

Тасаввурга эга бўлишимиз учун, берилган кулранг тасвир (одам юзи) учун 45° да 10 қадам билан қурилган чизиклар ҳамда уларга мос тушган пиксел ранглари суммаси (ёки интеграл проекция қиймати) куйидаги расмда (5.7-расм) келтирилган. Таъкидлаш керакки, қийматлар умумий сумманинг пикселлар сонига нисбати, яъни ўртача қиймати билан берилган.



5.7-расм. 45° да 10 қадам билан қурилган чизикларга мос интеграл проекциялар.

7.2. Радон алмаштиришнинг умумий формуласи

Берилган $f : (x, y)$ тасвирда $l(s, \theta)$ тўғри чизик бўйлаб проекцияни ҳисоблаш формуласи куйидагича бўлади:

$$R_{\theta, s} [f(x, y)] = \int_l f(x, y) dl. \quad (1)$$

Бу ерда l тўғри чизикнинг барча нуқталари куйидаги формулани қаноатлантириши керак:

$$x \cos(\theta) + y \sin(\theta) - s = 0, \quad (2)$$

бу ерда s – перпендикуляр масофа.

У ҳолда (1) формулани куйидагича ёзиш мумкин:

$$R_{\theta,s} [f(x,y)] = \iint f(x,y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - s) dx dy, \quad (3)$$

бу ерда $\delta(\bullet)$ - дельта (ёки Дирак) функция.

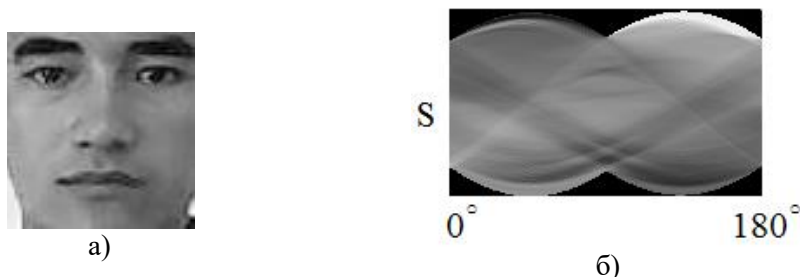
(3) формуланинг дискрет кўриниши қуйидагича бўлади:

$$R[\theta,s] = \sum_{x=0}^{W-1} \sum_{y=0}^{H-1} f(x,y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - s), \quad (4)$$

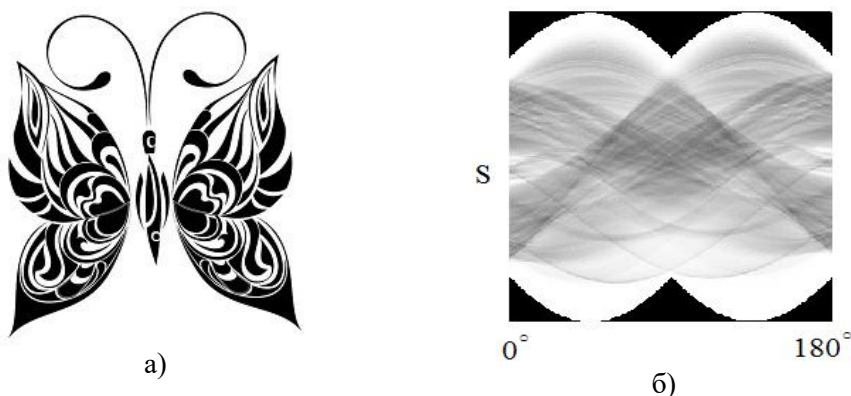
бу ерда W – тасвирнинг эни (устунлар), H – тасвирнинг бўйи (қаторлар).

7.3. Олинган натижалар

Юқоридаги формулалар асосида алгоритм ва амалий дастур (C++ дастурлаш тилида) яратилди. Қуйида одам юзи тасвири (5.8-расм) ҳамда бошқа объект тасвири (5.9-расм) учун Радон матрицаларни куриш натижаларини кўришимиз мумкин.



5.8-расм. Одам юз тасвири (а) ва унинг Радон матрицаси (б).



5.9-расм. Капалак тасвири (а) ва унинг Радон матрицаси (б).

7.4. Радон матрицаси асосида идентификацион белгиларни ажратиб олиш

Радон матрицасининг ўзи бизга тўлалигича тасвир белгиларини бериши мумкин. Тасвирларни ўхшашлигини таққослашда ундан фойдаланиш мумкин. Масалан, ҳар бир устун бўйича (0° дан 180° гача) алоҳида векторларни белги сифатида қараб, уларни солиштириш мумкин. Векторларни солиштиришда Корреляция (Correlation), Хи-квадрат (Chi-Square), Кесишма (Intersection) ёки Бхаттачария масофаси (Bhattacharyya distance) каби усуллардан фойдаланиш мумкин.

Шунингдек, белги сифатида Радон матрицасининг контурларини, моментларини, LBP (Local Binary Patterns – локал бинар образлар) ёки LDP (Local Directional Patterns - локал йўналган образлар)ларини олиш мумкин.

Радон алмаштириши ёрдамида рақамли тасвирнинг турли типдаги белгиларини ажратиб олиш мумкин. Бу белгилар асосида тасвирларни таҳлил қилиш, ёхуд идентификациялаш мумкин бўлади. Бу тоифадаги белгилар тасвирнинг сифатига, жойлашувига ҳамда масштабига инвариант ҳисобланади. Лекин, ҳисоблаш амалларининг

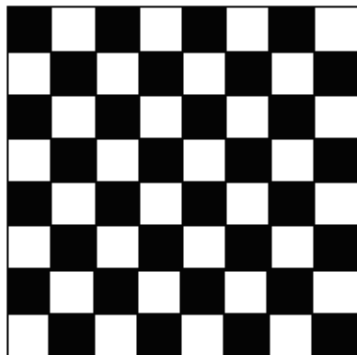
кўплиги ушбу усулдан “аниқ вақт” (real time) режимида тезкор фойдаланиш икониятларини чеклайди.

Teksturaviy tasvirlarni qayta ishlash va ularning belgilarini aniqlash usullari.

Ишлов бериш ва таҳлил этиш лозим бўлган тасвирий ахборотнинг анчагина қисмини одатда оддий қилиб текстура деб аталувчи текстуралар тасвирлар ташкил этади. Бундай тасвирларга ер юзасидаги булутлар қатлами, ой сирти, металлнинг сирти ғадир-будурлигининг микроскопдан олинган ва тиббий-биологик суратлари, шунингдек, бир хил такрорланувчи шаклли тасвирлар (масалан, шахмат доскаси), текстил (тўқимачилик) газлама (матолари, қурилиш материалларининг текстуралар тасвирлари кабиларни (3.29 - 3.32 расмлар) мисол келтириш мумкин.

Текстураларни: а) келиб чиқишига кўра: сунъий - биржинсли майдон - (фон)даги график белгилар, нақшлар; табиий - кум, сув, ўт-ўлан, мато, ўрмон, ёғоч ёки металлнинг кесими ва ҳақозоларга; б) сиртининг тузилишига кўра тузилмалар, яъни тўғри ёки деярли тўғри геометрик даврий ёки деярли даврий такрорланувчи элементлардан тузилган шакллар, масалан ғишт, девор, кафель, пол; стохастик – корреляция қонуниятига бўйсунувчи тосадифий сонлар кетма-кетлиги маълум алгоритмлар бўйича акслантириш йўли билан синтез қилинган; в) текстура қисмлари ўлчамлари нисбати бўйича - майда заррали, ўрта заррали, йирик заррали текстураларга; г) текстура қисмлари шаклига кўра – тўлқинсимон, чавкар, нотўғри чизиқли ва бошқалар бўлиши мумкин.

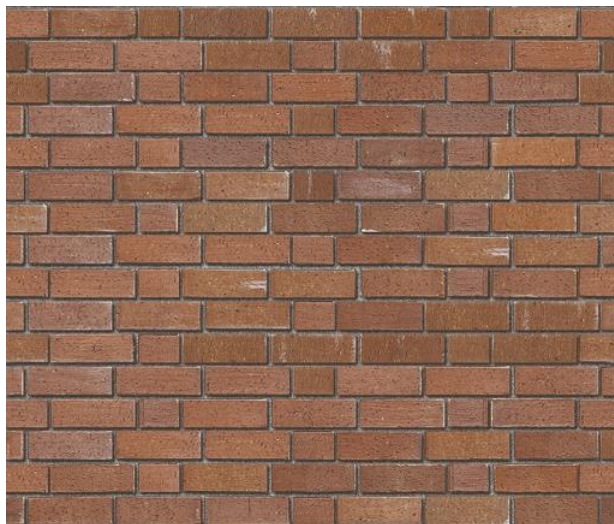
Кўплаб илмий - амалий масалаларда таҳлил этиладиган жуда кўп табиий объектларнинг юзаси маълум шаклларнинг даврий такрори, яъни текстура соҳалари учрайди. Шунинг учун текстураларга ишлов бериш, таҳлил ва тавсиф этиш усулларини ўрганиш муҳим масаладир.



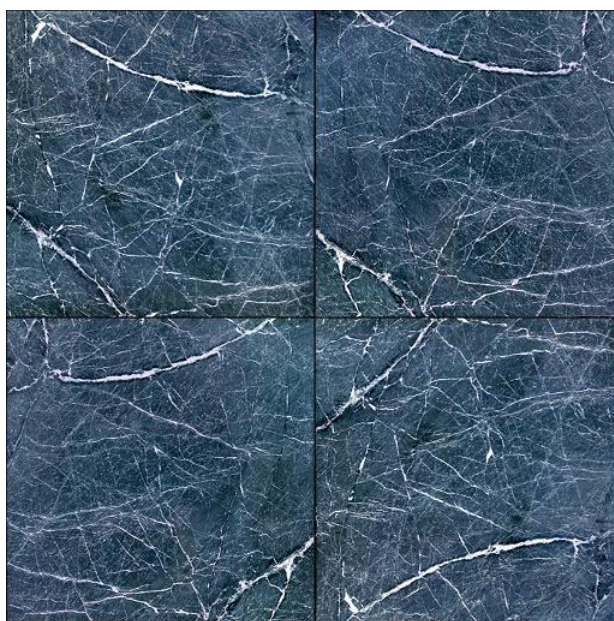
3.29-расм. Шахмат доскаси текстура.



3.30-расм. Текстил газлама (матолари)нинг текстуралар тасвири.



3.31-расм. Қурилишда ғишт деворнинг текстурали тасвири.



3.32-расм. Қурилишда плита деворнинг текстурали тасвири.

Текстурани сифатли даражада (кўз билан баҳолашда) бир ёки бир нечта майда заррали, катта заррали, текис, тартибсиз, чизиксимон ва ҳоказо сифатлар билан тавсифлаш мумкин.

Баъзан текстурани турли соҳаларнинг ичидаги тасвир элементларининг таркибий тузилиш алоқаларини акс эттирган соҳалар сифатида ҳам таърифлайдилар.

Ёки текстура деб тасвирнинг бирор бўлагидаги элементларининг фазовий қурилишига ҳам айтилади. Бу қурилиш шу бўлақларда ёруғлик даражаси ёки ранг тақсимотига боғлиқдир. Агар бўлақдаги ёруғлик ёки ранглар ўзгариши сони етарлича катта бўлса, у текстурали деб ҳисобланиши мумкин.

Текстурани янада муфассалроқ тавсифлайдиган бўлсак, у қуйидаги хусусиятларга эга: 1) унда умумий бўлаққа нисбатан етарлича кичик бўлган, кўриниши шу бўлақда даврий такрорланувчи «шакл» сифатидаги кичик атроф топиш мумкин; 2) бу «шакл» бирор-бир тартибда жойлашган оддий таркибий қисмлардан ташкил топган; 3) оддий қисмлар деб тахминан биржинсли бўлиб бутун (текстурали) соҳада деярли бир хил кўринишга эга бўлган бўлақларга айтилади.

Тасвирларнинг текстуравий таҳлилига яқкаланган объект - «текстал» ва кўплаб усулларда ҳосил этиш мумкин бўлган, бир хил деб қабул этиш мумкин бўлган кўриниш –

«текстон» тушунчалари киритилган. Бир ўлчамли ёки «чизиқли» деб аталадиган текстонлар мавжуд. Улар бирор тор ва узун объектнинг кўндаланг тузилиши, чегарасининг кўриниши, сиртнинг турли қисмлари орасидаги бўлиниш чизиғи ва бошқаларни билдиради. Бундай текстонларга хариталардаги йўл ва чегаралар ва бошқа маълум оралиқда бир хил бўладиган эгри чизиқларни киритиш мумкин.

Текстонларни таҳлил этиш ва таниш жараёнида юқорида айтилган ўхшаш оддий қисмларнинг ўзаро муносабати муҳим аҳамиятга эга, чунки текстура худди шу қисмларнинг турли шаклидаги бирлашмаларнинг даврий такрорланишидан ҳосил бўлади. Тексураларда хусусий оддий қисмлар, улар орасидаги муносабат аҳамиятга эга бўлса, текстонларда қисмларнинг бутун бир тўплами ва уларнинг фазовий муносабатларини аниқловчи хусусиятлар (белгилар) муҳим аҳамият касб этади.

Ҳозирда текстура билан боғлиқ кўпгина масалалар ечилмоқда. Уларни 3 та йирик гуруҳга ажратиш мумкин: 1) тексураларни таниш ёки синфларга ажратиш мақсадида таҳлил этиш масалалари; 2) тасвирдаги объектни текстура ҳақидаги ахборот ёрдамида аниқлаш масалалари; 3) тексуралар фарқи ёрдамида тасвирларни бўлаклаш масалалари.

Тексураларнинг белгилари

Юқорида санаб ўтилган масалаларни ечиш жараёнида туғиладиган асосий муаммо тасвирдаги мавжуд фазовий тексурани тавсифлаш учун зарур белгилар тизимини аниқлашдир. Тексуранинг белгилари деб, берилган синфга кириувчи барча тексуралар учун умумий бўлган ўзига хос хусусиятлар тушунилади. Тексураларнинг белгилари уларни синфларга ажратиш (турини аниқлаш) ва тасвирларни биржинсли майдонларга бўлаклашда катта аҳамиятга эга.

Тексураларга ишлов бериш ва таҳлил этиш муаммоси устида олиб борилган кўп йиллик изланишлар давомида тексураларнинг кўпсонли турли белгилари ишлаб чиқилган. Уларни шартли равишда учта йирик гуруҳга ажратиш мумкин. 1) Фазовий частоталарни ўлчаш; 2) тасвир элементлари ёруғлик даражасининг статистик хусусиятларини ўлчаш; 3) тузилиш қисмларини тавсифлашга асосланган белгилар.

Бу гуруҳлар бўйича белгиларни аниқлашнинг хос хусусиятларини кўриб чиқайлик.

Фазовий частоталарни ўлчашга асосланган текстура белгилари

Текстура белгилари сифатида тасвирларни таҳлил этишда ишлатиладиган энг табиий хусусиятлар, спектрал ва автокорреляция функциялари олинган. Улар тасвир тексурасини таҳлил этишнинг бир қатор масалаларни ечишда фазовий частоталарни ўлчаш билан боғлиқдир.

Икки ўлчамли дискрет тасвир фазовий корреляцияси функцияси ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$A(\varepsilon, \eta, j, k) = \frac{\sum_{m=j-w}^{j+w} \sum_{n=k-w}^{k+w} F(m, n) F(m - \varepsilon, n - \eta)}{\sum_{m=j-w}^{j+w} \sum_{n=k-w}^{k+w} [F(m, n)]^2}$$

Ҳисоблаш ҳар бир нукта учун $(2w+1) \times (2w+1)$ ўлчамли дарчада ва $\varepsilon, \eta = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm T$ силжиш билан амалга оширилади. Белгиланган (ε, η) учун $A(\varepsilon, \eta, j, k)$ нинг катта қийматлари йирик заррали текстура соҳасига мос келади, яъни текстура зарраси ўлчами фазовий таъриф бўйича иккинчи момент бўлган автокорреляция функциясининг кенглигига пропорционалдир. Бу ифода текстура заррадорлигини аниқловчи белгилар бўлиб хизмат қилиши мумкин.

$F(x, y)$ тасвирнинг **Фурье** спектрини таҳлил этиш асосида текстура белгиларининг тизими ишлаб чиқилган. Яъни;

$$F(u, v) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x, y) \varepsilon^{-2nf(ux+vy)} dx dy.$$

$(|F|^2 = FF^*)$ кувватли спектрнинг радиус бўйича тақсимоти тасвир ранг сезгирлигини ҳисобга олсак, белгилар тизими спектрнинг маркази координаталар марказида ётувчи ҳалқаларда

олинган ўртача қийматларидан иборат бўлади: $\phi_r = \int_0^{2\pi} |(r, \theta)|^2 d\theta$ кувват спектрнинг бурчак

тақсимоти текстура йўналишига сезгирдир. Берилган $\mathcal{E}$ йўналишли кўпсонли чизиқлар ёки объект чегараларини ўз ичига олган тасвир текстурасига $\theta \pm \pi/2$ йўналиш яқинига жамланаган спектрнинг катта қиймати тўғри келади, йўналганлик хусусиятига эга бўлмаган текстурага эса, йўналишсиз спектр мос келади. Бу ҳолда белгилар спектрнинг учлари

координата бошида бўлган секторлар чегарасидаги ўртача қийматидан $\phi_\theta = \int_0^\infty |F(r, \theta)|^2 dr$

хосил қилинади.

$$F(u, v) = \frac{1}{n^2} \sum_{k=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} f(k, j) \varepsilon^{-2\pi f(ku+jv)}; \quad 0 \leq u, v \leq n-1.$$

$n \times n$ та элементдан иборат матрица кўринишидаги сонли тасвир учун Фурье алмаштиришининг узлуксиз шакли дискрет кўринишга алмаштирилади. У ҳолда белгилар тизими қуйидаги кўринишга келади:

$$\phi_{r_1, r_2} = \sum |F(u, v)|^2 \left| \begin{array}{l} r_1^2 \leq u^2 + v^2 \leq r_2^2 \\ 0 \leq u, v \leq n-1 \end{array} \right. \quad \phi_{\theta_1, \theta_2} = \sum |F(u, v)|^2 \left| \begin{array}{l} \theta \leq \arctg(\frac{u}{v}) \leq \theta_2 \\ 0 \leq u, v \leq n-1 \end{array} \right.$$

ϕ_{r_1, r_2} ва $\phi_{\theta_1, \theta_2}$ ларни биргаликда ишлатиш белгилар тизимини текстурани ташкил этувчи элементларнинг ўлчамига ҳам, йўналишига ҳам сезгир этади. Белгиларнинг ушбу тизимида - 4 тадан кўп бўлмаган ҳалқа ва секторлардан фойдаланилади. Бу ўринда $F(u, v)$ ни (дискрет алмаштиришда) манба тасвир $f(k, j)$ даврий, яъни матрицанинг энг чапки устунни энг ўнггисига, энг юқори сатри энг пастсига устма - уст тушади.

Текстура заррасининг ўлчами фазовий даврга пропорционал бўлгани сабабли йирик текстуралар соҳани, одатда, қуввати паст фазовий частоталарга жамланган Фурье спектри беради. Аксинча, майда зарралар текстура соҳаларида спектр қуввати юқори частоталарда жамланади.

Тасвир элементларининг ёруғлик даражаларининг статистик хусусиятларига асосланган текстура белгилари

Текстураларни аниқлашда текстура ҳақидаги ахборот элементлар ёруғлигининг фазовий муносабатлари билан аниқланади. Текстурани сифатловчи белгилар сифатида кўпинча бир ва икки ўлчамли статистик хусусиятлардан фойдаланилади.

Текстураларнинг бир ўлчамли хусусиятлари. Бу хусусиятлар биринчи навбатда манба тасвирнинг элементлари ёруғлик қийматлари гистограммаси асосида олинади. $\Gamma(h) = N(h)/N_0$, бу ерда $N(h)$ - h ранг қийматли элементлар сони, N_0 - тасвирдаги барча элементлар сонидир. Демак:

$$\text{Ўрта қиймат: } \bar{h} = \int h \Gamma(h) dh;$$

$$\text{Дисперсия: } \sigma_n^2 = \int (h - \bar{h})^2 \Gamma(h) dh;$$

$$\text{Асимметрия: } A = \frac{1}{\sigma^2} \int (h - \bar{h})^3 \Gamma(h) dh;$$

$$\text{Эксцесс: } B = \frac{1}{\sigma^4} \int (h - \bar{h})^2 \Gamma(h) dh - 3;$$

$$\text{Энтропия: } H = - \int \Gamma(h) \log_2 \Gamma(h) dh. ;$$

$$\text{Энергия: } E = \int \Gamma^2(h) dh.$$

Текстуранинг статистик хусусиятларини ҳисоблашнинг бошқа усули куйидаги алгоритмни қўллашдан иборат:

1. Элементлар ёки ўртача қиймати олинган элементлар гуруҳи бўйича абсолют қийматли айирма ҳисобланади. Бу жуфтликлар ўзаро $\sigma(\Delta x, \Delta y)$ масофада десак, у ҳолда ёруғлик даражаси фарқи $f_{\sigma}(x, y) = |f(x, y) - f(x + \Delta x, y + \Delta y)|$ бўлади.

2. Айирмалар гистограммаси аниқланади. Ёруғлик қиймати m даражага бўлинган ва $f_{\sigma}(x, y)$ функция эҳтимоллик зичлиги P_{σ} нинг f ташкил этувчисининг қиймати $f_{\sigma}(x, y)$ функция f га тенг бўлиш эҳтимоллиги бўлсин. $N_x \times N_y$ ўлчамли дискрет тасвир учун P_{σ} ни $f_{\sigma}(x, y)$ бутун қийматли Δx ва Δy ларда қабул қиладиган ҳар бир қийматнинг сонини ҳисоблаш йўли билан осон топиш мумкин. Агар текстура йирик заррали ва σ текстура элементи ўлчамига нисбатан кичик бўлса, эҳтимоллик зичлиги эгри чизиғи тор ҳамда $f=0$ да максимумга эришадиган бўлади. Аксинча, майда заррали бўлса, P_{σ} эҳтимоллик зичлиги эгри чизиғи кенг бўлади.

3. Олинган гистограмма - P_{σ} эҳтимоллик зичлиги эгри чизиғи бўйича текстурани сифатловчи белгилар ҳисобланади. Улардан энг кенг тарқалганлари куйидаги σ нинг турли қийматлари учун координаталар марказига нисбатан ҳисобланадиган тўрт белгилар:

$$1) \text{ Фарк(контраст) } K = \sum_{i=1}^m i^2 P_{\sigma}(i);$$

$$2) \text{ Тақсимотнинг 2-бурчак моменти } M_2 = \sum_{i=1}^m [P_{\sigma}(i)]^2;$$

$$3) \text{ Энтропия } H = - \sum_{i=1}^m P_{\sigma}(i) \log P_{\sigma}(i);$$

$$4) \text{ Ўртача қиймат } E_{\sigma} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m i P_{\sigma}(i).$$

Текстура белгиси сифатида нукта атрофидаги ёруғлик қийматларининг кескин ўзгаришлари сонини ҳам олиш мумкин. Аввал бирор элемент ёрдамида контури кучайтирилган $C(j, k)$ тасвир ҳосил қилинади, бунда ёруғлик кескин ўзгарган нукта қиймати 1 га, акс ҳолда эса 0 га тенглаб олинади. Бу жараёнда одатда деярли ўзгармас ёруғликли соҳада контур ажратишдагидан кўра пастроқ қийматли бўсаға олинади ва ҳар бир нукта учун унинг $(2w+1) \times (2w+1)$ атрофида куйидаги текстура белгиси аниқланади:

$$T(j, k) = [1/(2w+1)^2] \sum_{m=j-w}^{j+w} \sum_{n=k-w}^{k+w} c(m, n).$$

Текстураларнинг икки ўлчамли статистик белгилари. Бу белгилар тасвир элементлари ёруғлиги тенгламаларининг икки ўлчамли хусусиятлари асосида аниқланади. Бунинг учун қўшни элементлар қиймати фазовий муносабатлари матрицаси элементлари катталигининг турли тарқалиш мезонларидан фойдаланилади (бу элементларининг бурчак жойлашишини ҳисобга олган ҳолда).

Ҳар бир элемент атрофидаги 8 та қўшнидан 4 та горизонтал ўққа нисбатан $0^{\circ}; 45^{\circ}; 90^{\circ}; 135^{\circ}$ бурчак ҳосил қилувчи жуфтликлар тузилади. Агар тасвирда m хил ёруғлик даражаси қатнашса, ўзаро σ масофа ва θ бурчак остида жойлашган нукталарнинг олдиндан берилган

икки қийматга тенг бўлиш эҳтимоллиги зичлигини аниқлай оламиз. Бу ерда $P_{\sigma,\theta}(i, j)$ зичлик ҳар бир элементи шу икки элементнинг i, j қийматга эга бўлиши эҳтимоллигидан иборат бўлган матрица кўринишидир. Бу матрица ёндошлик ёки бир вақтда рўй бериш матрицаси деб аталади (БВРБМ). Кўриниб турибдики бурчак катталигини 45^0 градусдан квантлаганда бундай матрицадан 4 тасини қуриш мумкин. Агар σ масофа элементлар оралиғидаги масофага тенг бўлса, бу матрицанинг ҳар бир элементи тасвирни элементлар бўйича ёйиш жараёнида i -даражали ёруғликдан j -даражасига ўтиш эҳтимоллиги мос келади. Ҳосил қилинган БВРБМ асосида текстуранинг 20 га яқин статистик белгилари аниқланади. Улардан энг кўп учрайдиганларини қуйида келтирамиз.

1. Тиниқлик (контраст) $K = \mu_1 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m (i-j)^2 P_{\sigma,\theta}(i, j)$ нинг ўз бош диагонаliga нисбатан

инерция моментини беради ва ёруғлик даражасининг ёйилиб кетиш, яъни маҳаллий ўзгариш мезони сифатида келади.

2. Таксимотнинг 2-бурчак моменти тасвир гомогенлиги мезонидир, яъни:
 $M_2 = \mu_2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m [P_{\sigma,\theta}(i, j)]^2$. У $P_{\sigma,\theta}(i, j)$ нинг ўзаро тақрибан тенг қийматларга эга бўлган, яъни барча (i, j) жуфтликлар ўзаро яқин эҳтимоллик билан учраган ҳолларда минимумга эга.

3. Корреляция коэффиценти $R = \mu_3 = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m [i, j P_{\sigma,\theta}(i, j)] - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y}$. Бу ерда $\mu_x, \mu_y, \sigma_x, \sigma_y$ -мос

равишда матрица сатр ва устунлари бўйича ҳисобланган ўртача қиймат ва дисперциялардир. Бу белги тасвир сатр ва устунларнинг ўхшашлиги мезонидир. Агар матрицада ёруғлик қийматлари текис тақсимланган бўлса, бу белги максимумга эришади.

4. Энтропия $H = \mu_4 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m P_{\sigma,\theta}(i, j) \log P_{\sigma,\theta}(i, j)$. Агар $P_{\sigma,\theta}(i, j)$ лар ўзаро тенг бўлса максимумга эришади.

5. Дисперция $D = \mu_5 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m (1-\mu)^2 P_{\sigma,\theta}(i, j)$.

6. Тескари дифференциал момент $M_g = \mu_6 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \frac{P_{\sigma,\theta}(i, j)}{1+(i-j)^2}$.

7. Йиғиндининг ўртача қиймати $E_\sigma = \mu_7 = \sum_{k=2}^{2m} k \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m P_{\sigma,\theta}(i, j)$.

Келтирилган белгилар σ масофа ва θ бурчак функциялари ҳисобланади. Кўпинча $\sigma = 1$ ва $\theta \in \{0^0; 45^0; 90^0; 135^0\}$ каби танланади. Шу ўринда, статистик белгиларни ҳисоблаш осон амалга оширилишини таъкидлаб ўтиш лозим.

Текстураларни тузилишига қараб тавсифлаш усули

Кейинги вақтда текстурани ташкил этувчи элементларнинг ўлчам ва шакллари таҳлил этиш, маҳаллий (локал) белгиларни ҳисоблаш, текстура элементларини тасвир бўйлаб тақсимланишини текшириш асосида тузилишига қараб тавсифлаш усуллари тобора кенг аҳамият касб этмоқда. Бунга сабаб текстуранинг биржинсли элементлари камайиши билан статистик усулларнинг унумдорлиги камайиб кетишидир.

Текстураларни такрорланишлар узунлиги билан тавсифлаш. Такрорла-нишлар

узушлигига асосланган белгилар куйидагича аниқланади. $P_{\theta}(i, j)$ узушлиги j , бурчак йўналиши θ чизиқлар сони бўлсин. Уларнинг ёруғлик даражалари i -оралиқда жойлашган бўлсин. У ҳолда куйидаги белгиларни ҳисоблаш мумкин:

1. Ўзгармас ёруғлик даражаси зичлигига эга чизиқлар таъсир кучи: $Z_1 = (\sum_{i,j} j^2 P_{\theta}(i, j)) / (\sum_{i,j} P_{\theta}(i, j))$, ихтиёрий ёруғлик даражаси учун чизиқ узушлиги ошишига

қараб ошиб боради.

2. Ёруғлик даражаси тақсимоти: $Z_2 = (\sum_1 (\sum_j P_{\theta}(i, j))^2) / (\sum_{i,j} P_{\theta}(i, j))$ ўзгармас ёруғлик

зичлигига эга чизиқлар сони ёруғлик даражаси бўйича тенг тақсимланганда (биржинсли бўлмаган) минимумга эга бўлади.

3. Ўзгармас ёруғлик зичлигига эга чизиқлар узушликлари тақсимоти $Z_3 = (\sum_1 (\sum_j P_{\theta}(i, j))^2) / (\sum_{i,j} P_{\theta}(i, j))$. Текис тақсимот бўлганда (такрорланиш узушликлари

биржинслилиги) минимумга эга бўлади.

4. Ўзгармас ёруғлик зичлигига эга чизиқларнинг нисбий сони $Z_4 = (\sum_{i,j} P_{\theta}(i, j)) / N$, бу ерда N

- тасвирни ёйиш элементлари сони. Агар барча чизиқлар кичик узушликли бўлса максимумга эришади.

Тасвир ёруғлигининг маҳаллий (локал) экстремумлари. Тексуралар таҳлилида тасвир ёруғлигининг маҳаллий экстремумларини қўллаш текстура ҳақидаги энг муҳим маълумотларни тасвир ёруғлигининг маҳаллий экстремумларнинг нисбий частотасидан олинадиган ички сезги асосидаги фарзга асосланган. Уларни ўлчаб деганда тасвирни бирор йўналишда кўриб чиқиётганда шу йўналишдаги маҳаллий экстремумларининг сонини аниқлаш тушинилади. Аниқланган экстремумларнинг ичидаги тасодифийлари (кичик катталиқдаги) ташлаб юборилади ва асосий экстремумлар танлаб олинадиган. Бунинг учун сонли тасвирларга ишлов беришда адабиётларда “сирғалиш” (проскальзывание) номи билан маълум бўлган узлуксиз жараённинг дискрет эквивалентидан фойдаланилади. Айтайлик X_k – кўрилатган йўналишдаги X_k -чи нуқта ёруғлик даражаси, Y_k эса ёруғлик даражаларининг тасодифий тебранишлари текисланган ҳолдаги шу нуқта ёруғлик қиймати бўлсин. Агар T берилган бўсага қиймати ва бошланғич қиймат $X_1=Y_1$ бўлса, у ҳолда кейингилари куйидаги қоида бўйича аниқланади.

Агар $y_k \leq x_{k+1} - T/2$ бўлса, у ҳолда $Y_{k+1} = X_{k+1} - T/2$.

Агар $X_{k+1} - T/2 \leq Y_k \leq X_{k+1} + T/2$ бўлса, у ҳолда $Y_{k+1} = Y_k$.

Агар $X_{k+1} + T/2 < Y_k$ бўлса, у ҳолда $Y_{k+1} = X_{k+1} + T/2$.

Тузилишига кўра тавсифлашнинг устушлиги шундан иборатки, бу усулда элементларнинг ёруғлигига кўра шаклига алоҳида аҳамият берилади. Лекин бу усуллар баъзи камчиликлардан ҳоли эмас. Масалан бу турдаги кўпгина усуллар фақат тузилиши яққол акс этган бинар тасвирларгагина қўлланади. Ундан ташқари бу усуллар ёрдамида тасвирлашнинг иложи бўлмаган тексуралар мавжуд. Одатда бу усуллар мураккаб ҳисоблашлар ҳамда катта ҳажмли тезкор хотирани талаб қилади.

8-Мавзу: Video - tasvirlar bilan ishlash asoslari. Tasvir belgilarini taqqoslash va obrazlarni tanib olish usullari.

Video asoslari

Bizga ma'lum bo'lganidek inson ko'zining shunday xususiyati borki, agar tasvirlar ketma-ket tarzda jizilgan bo'lsa va ular sekundiga 50 tadan o'tkazilsa, inson ko'zi bu tasvirlarni alohida-alohida tasvirlardan iborat ekanligini payqamaydi. Barcha video va television tizimlar huddi shu

usulga asoslangan holda harakatlanuvchi tasvirlarni hosil qiladi. Quyida video tasvirlar tu'g'risida qisqacha tanishib chiqamiz.

Analog video

Video asosi bilan tanishish uchun avvalo dastlabki oq-qora rangli television bilan tanishib chiqishga to'g'ri keladi. Television tasvirni hosil qilish uchun vaqt davomida kameraning elektron nur bilan tasvirni tezlik bilan skanlab chiqishi va tasvirdan qaytadigan nurlarni qabul qilib borish yoki saqlash bilan hosil qilinadi. Elektron nur har bir skanlashni ohiriga etkazishi bilan yana qaytadan skanlashni boshlaydi va bu jarayon to'htovsiz davom ettiriladi. Har bir skanlash frame deb ataladi. Qabul qiluvchi ham skanlash orqali hosil qilingan nurlar kuchiga ko'ra tasvirni qayta tiklaydi.

Skanlashning parametrlari davlatlarga qarab turlicha bo'ladi. Shimoliy va janubiy Amerika va Yaponiyada qo'llaniladigan tizimda 525 skan chizig'i, gorizontal – vertikal nisbati 4:3, va sekundiga 30 freym o'tkazish imkoniyati bor. Evropadagi tizim imkoniyatlari esa 625 skan chizig'i, nisbati o'zgarmaydi 4:3 va 25 freym/sec.dan iborat.

Rangli video ham huddi oq-qora rangli kabi skanlash bilan hosil qilinadi. Faqatgina bu erda avval bitta nur bilan hosil qilinayotgan bo'lsa, endi tasvir uchta nur berish bilan hosil qilinadi. Bular QYaK ranglari bo'lib ular orqali har qanday rangni tegishli ravishda hosil qilish mumkin.

Rangli tizim birinchi bo'lib Qo'shma Shtatlarda National Television Standards Committe (Milliy Televizion Standartlar Uyushmasi) tomonidan standartlashtirildi va bu NTSC dep nomlandi. Keyinchali Evropada ham standartlar qabul qilindi. Bular SECAM (SEquentiel Couleur Avec Memoire) Fransiya va sharqiy evropada qo'llanilgan, hamda PAL (Phase Alternating Line) tizimi Evropaning boshqa qismlarida foydalanilgan.

Raqamli tizimlar

Raqamli videoni hosil qilish uchun huddi analog kabi freymlarni ketma-ketligi orqali hosil qilinadi. Asosiy farq bu erda har bir freym belgilangan o'lchovdagi to'rtburchak ekranda ifodalanuvchi piksellardan iborat bo'ladi. Har bir piksel uchun 8-bit hotiradan foydalanilsa, bu oq-qora videolar uchun juda yahshi sifatni ta'minlaydi. Rangli videolarni ifodalashda har bir rang uchun (QYaK) 8 bit ajratiladi va har bir piksel 24 bitdan to'g'ri keladi. Silliqlik video tasvirini ifodalash uchun raqamli video ham kamida sekundiga 25 freym o'tkazishi kerak.

Keng tarqalgan kompyuterlarning monitor qurilmalarining ekran o'lchov nisbati 4:3 nisbatida hamda 1024x768, 1280x960 va 1600x1200 pikselni tashkil qiladi.

DirectX moduli imkoniyatlari

Bizga ma'lumki, Windows da standart DirectX moduli mavjud bo'lib, u asosida yuqori sifatli (video) tasvirlarni namoyish qilish, ovoz signallarini eshittirish xamda qayta ishlash mumkin. Biror zamonaviy dasturlash tili (masalan, Delphi) yordamida bu moduldan foydalanish mumkin.

DirectX moduliga tegishli DirectShow modulida asosan video ma'lumotlar qayta ishlanadi. Delphi dasturi uchun maxsus VideoCapture komponentasi yaratilgan bo'lib, unda videotasvirlarni namoyish qilish va boshqarish mumkin. Masalan, unda amalga oshirilishi mumkin bo'lgan amallarning bir nechtasi quyida keltirilgan:

- *VideoCapture.CaptureFrame* – namoyish vaqtida bitta kadr (tasvir)ni olish.
- *VideoCapture.StartCapture(true)* – videotasvirni avi kengaytmasida diskka saqlaydi.
- *VideoCapture.StartPreview* – videooqimni namoyish etishni boshlaydi.
- *VideoCapture.StopPreview* – videooqimni namoyish etishni to'xtatadi.

VideoCapture komponentasi yordamida Web kameradan videotasvirni namoyish qilishga misol quyidagi rasmda ko'rsatilgan.



Tasvir belgilarini taqqoslash va obrazlarni tanib olish usullari.

Таснифлаш (гурухлаш) масалалари

Белгиларни таққослаш (образларни таниб олиш)нинг бир қатор усуллари мавжуд. Образларни таниб олишнинг классик усуллари сифатида кластер таҳлил (кластер-анализ)ни олишимиз мумкин. Кластер таҳлил усуллари ёрдамида кўплаб объектларни бўлақларга ажратиш (таснифлаш, кластерлаш, гуруҳлаш) масаласи ҳал этилади. У шундай амалга ошириладики, унда бир кластерга тегишли объектлар бошқа кластердаги объектларга нисбатан бир-бирига ўхшашроқ бўлиши таъминланади.

Кластер таҳлил учун фарқлаш (таққослаш) ўлчовлари қуйидаги кўринишларда бўлиши мумкин:

- масофа типли ўлчов (масофа функцияси). Бунда объектлар орасида масофа қанчалик кичик бўлса, улар шунчалик ўхшаш деб ҳисобланади. Шунинг учун бир қатор муаллифлар бу типдаги ўхшашлик ўлчовини фарқлаш ўлчови деб ҳам аташади.
- объектларни ўхшашлигини аниқлайдиган ўзаро боғлиқлик деб аталувчи корреляция типдаги ўлчов (ўхшашлик ўлчови). Бу ҳолатда объектлар орасидаги боғлиқлик қанчалик катта бўлса, улар шунчалик ўхшаш деб ҳисобланади.

Масофа типли ўлчов функциялари

Минковский метрикаси (ўлчови). Энг умумий ўлчов Минковский метрикаси ҳисобланади ва у қуйидаги кўринишга эга:

$$d_{ij} = \sqrt[r]{\sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|^r}.$$

$r=1$ бўлган ҳолатда Минковский метрикаси **Манхэттен масофаси**ни (city block, Manhattan distance) беради, яъни:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}| .$$

Агар Минковский метрикасида $r = 2$ қўйилса, стандарт **Евклид масофаси**га эга бўламиз:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} .$$

Агар $r \rightarrow \infty$ бўлса, Минковский метрикаси **устўнлик метрикаси**ни (ёки Чебышев масофасини) беради:

$$d_{ij} = \max_k |x_{ik} - x_{jk}|, \quad k = 1, 2, \dots, n ,$$

бу эса, **супремум-норма** (∞ -норма) билан мос келади, яъни:

$$d_{ij} = \sup \{ |x_{ik} - x_{jk}| \}, \quad k = 1, 2, \dots, n .$$

Канберр масофаси эса, қуйидагича ҳисобланади:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^n \frac{|x_{ik} - x_{jk}|}{|x_{ik} + x_{jk}|} .$$

Пирсон масофаси қуйидагича ҳисобланади:

$$d_{Pearson}(x, y) = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{N}}{\sqrt{\left(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} \right) \cdot \left(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N} \right)}} .$$

Корреляция коэффицентлари ёрдамида тўплам ёки матрицаларни ўхшашлигини таққослаш

Иккита ҳақиқий сонлар тўпланининг корреляция коэффицентлари (КК)ни ҳисоблашда қўлланиладиган формулаларини келтирамиз.

Айталик, $X = \{x_i\}_{i=1}^N$ ва $Y = \{y_i\}_{i=1}^N$ ($i = \overline{1, N}$) ҳақиқий сонлар тўплamlари берилган бўлсин. Бу тўплamlар учун математик кутилмани аниқлаймиз:

$$MX = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i, \quad MY = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i .$$

Шундан сўнг математик кутилмаси нолга тенг бўлган янги $\bar{X}$, $\bar{Y}$ тўплamlарни ҳосил қиламиз:

$$\bar{X}_i = (x_i - MX), \quad \bar{Y}_i = (y_i - MY) .$$

$\bar{X}$, $\bar{Y}$ тўплamlар учун корреляцион функциянинг дискрет формуласи ёки КК қуйидагича кўринишга эга бўлади:

$$Cor_{vec} = \frac{\sum_{i=1}^N \bar{X}_i \cdot \bar{Y}_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \bar{X}_i^2 \cdot \sum_{i=1}^N \bar{Y}_i^2}} .$$

Агар массив элементлари $\{A_{ij}\}_{m \times n}$ ва $\{B_{ij}\}_{m \times n}$ кўринишидаги матрицани ташкил этса, у ҳолда КК қуйидагича ҳисобланади:

$$Cor_{mat} = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \bar{A}_{ij} \cdot \bar{B}_{ij}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \bar{A}_{ij}^2\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \bar{B}_{ij}^2\right)}},$$

бу ерда

$$\bar{A}_{ij} = \left\{ (A_{ij} - MA) \right\}_{j=1, N}^{i=1, M}, \quad \bar{B}_{ij} = \left\{ (B_{ij} - MB) \right\}_{j=1, N}^{i=1, M},$$

$$MA = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N x_{ij}, \quad MB = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N y_{ij}.$$

Корреляция натижаси -1 ва +1 оралиғида бўлади. Натижанинг етарлича катта бўлиши, яъни +1 га яқин келиши таққосланаётган вектор ёки матрицаларни ўхшашлигидан далолат беради.

2. Гистограммавий белгиларни таққослаш усуллари

Гистограммаларни таққослаш учун бир қатор усуллардан фойдаланиш мумкин. Масалан, Корреляция (Correlation), Кесишма (Intersection), Бхаттачария масофаси (Bhattacharyya distance), Хи-квадрат (Chi-Square) ва х.к. Улар билан қуйида танишамиз. Гистограммаларни таққослашнинг **Корреляция** усули:

$$d_{correl}(H_1, H_2) = \frac{\sum_i H_1'(i) \cdot H_2'(i)}{\sqrt{\sum_i H_1'^2(i) \cdot H_2'^2(i)}},$$

бу ерда $H_k'(i) = H_k(i) - (1/N) \left(\sum_j H_k(j) \right)$, N – гистограммада шкала (устун)лар сони.

Корреляция натижаси -1 ва +1 оралиғида бўлади. Натижанинг етарлича катта бўлиши ($d_{correl} > T$), яъни +1 га яқин келиши таққосланаётган гистограммаларни ўхшашлигидан далолат беради.

Гистограммаларни таққослашнинг **Кесишма** усули:

$$d_{intersec}(H_1, H_2) = \sum_i \min(H_1(i), H_2(i)).$$

Бу усулда ҳисоблаш ишлари тезкор. Агар ҳар иккала гистограмма 1 га нормаллаштирилса, тўлиқ мос тушиш (ўхшаш) 1 га, мос тушмаслик эса 0 га тенг бўлади.

Бхаттачария масофаси бўйича гистограммаларни таққослаш қуйидагича бўлади:

$$d_{Bhatt}(H_1, H_2) = \sqrt{1 - \sum_i \frac{\sqrt{H_1(i) \cdot H_2(i)}}{\sqrt{\sum_i H_1(i) \cdot \sum_i H_2(i)}}}.$$

Агар гистограммалар айнан ўхшаш бўлса, Бхаттачария масофаси 0 га тенг бўлади.

Гистограммаларни таққослашнинг **Хи-квадрат** усули эса, қуйидагича:

$$d_{ChiSq}(H_1, H_2) = \sum_i \frac{(H_1(i) - H_2(i))^2}{H_1(i) + H_2(i)}.$$

Бу усулда ҳам агар гистограммалар айнан ўхшаш бўлса, натижа 0 га тенг бўлади.

9-Мавзу: Tasvirlarni qayta ishlashga mo'ljallangan kutubxona (biblioteka)lar va ularning imkoniyatlari. OpenCV ochiq kodli kutubxonasi yoqdamida raqamli video va tavirlarga ishlov berish texnologiyalari.

1. OpenCV хақида

OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) бу – компьютерли кўриш ва тасвирларга ишлов бериш алгоритмлари ҳамда сонли алгоритмларнинг очик кодли библиотекасидир. C/C++ да яратилган. Илмий ва тижорий мақсадларда эркин фойдаланиш мумкин.

OpenCV библиотекасининг асосий модуллари қуйидагилардан иборат:

cxcore - ядро, асосий маълумотлар тузилмалари ва алгоритмларини ўз ичига олади, яъни:

- кўп ўлчовли сонли массивлар устида асосий амаллар;
- матрицали алгебра, математик функциялар, тасодифий сонлар генератори;
- хотирага ёзиш / XML га/дан маълумотлар тузилмасини тиклаш;
- 2D графиканинг асосий функциялари.

CV – тасвирларга ишлов бериш ва компьютерли кўриш модули. Қуйидаги функциялари мавжуд:

- тасвирлар устида асосий амаллар (филтрлашлар, геометрик алмаштиришлар, ранг фазоларини алмаштириш ва ҳ.к.);
- тасвирларни таҳлил қилиш (фарқли белгиларни танлаш, морфология, контур ажратиш, гистограммалар);
- ҳаракат таҳлили, объектни кузатиш;
- объектларни топиш, хусусан юз тасвирини;
- камераларни калибрлаш, фазовий тузилмаларни қайта тиклаш элементлари.

Highgui - тасвирлар ва видеони киритиш/чиқариш, фойдаланувчи интерфейсини яратиш модули. Қуйидаги функцияларни ўз ичига олади.

- камерадан ва видео файлдан тасвирни олиш, статик тасвирларни ўқиш/ёзиш;
- оддий UI ни ташкиллаш учун функциялар.

OpenCV нинг кейинги версияларида модуллар функционал фойдаланиш бўйича кичикроқ модулларга ажратилди. Хусусан:

opencv_core – ядро: асосий тузилмалар, ҳисоблашлар (математик функциялар, тасодифий сонлар генерацияси, дискрет Фурье ва Косинус алмаштиришлар, XML да киритиш/чиқариш в ш.к.);

opencv_imgproc – тасвирларга ишлов бериш (филтрлар, алмаштиришлар ва ҳ.к.);

opencv_highgui – оддий UI, тасвирлар ва видеони юклаш/сақлаш;

opencv_ml – машинали ўқитиш усуллари ва моделлари (SVM, қарор қабул қилиш ва ҳ.к.);

opencv_features2d – турли идентификаторлар (SURF).

opencv_video – объект ҳаракатини таҳлил қилиш ва кузатиш (оптик оқим, ҳаракат андозаси, фонни йўқотиш);

opencv_objdetect – тасвирда объектларни топиш (Хаар вейвлети, HOG ва ҳ.к.);

opencv_calib3d – камера калибровкаси, стерео-мосликни излаш ва уч ўлчовли маълумотларни қайта ишлаш элементлари;

opencv_flann – яқин қўшниларни тезкор излаш кутубхонаси (FLANN);

opencv_gpu – OpenCV нинг баъзи функцияларини CUDA (NVidia) ҳисобига тезлатиш.

2. OpenCVда кўп фойдаланиладиган функциялар

Тасвирларни қайта ишлаш ва намоиш қилиш учун OpenCV да махсус типлар мавжуд бўлиб, асосан *IplImage* ва *Mat* типларидан кўп фойдаланилади. Қуйида кўриб чиқиладиган функциялар асосан ана шу типли тасвирларни қайта ишлашга мўлжалланган. Функцияларни кичик-кичик дастур намуналари негизида кўриб чиқамиз.

Масалан, 620 қатор ва 440 та устундан иборат 8 битли, 3 каналли *IplImage* ҳамда *Mat* типли тасвирларни яратиш учун қуйидаги функциялардан фойдаланамиз:

```
int height = 620;    // тасвир бўйи
int width = 440;     // тасвир эни
IplImage* tasvir = cvCreateImage(cvSize(height, width), 8, 3); // IplImage типли tasvir номли тасвирни
яратиш
Mat matritsa(Size(height, width), CV_8UC3);           // Mat типли matritsa номли тасвирни яратиш
```

Тасвирни қора ранг билан бўяш қуйидагича:

```
cvSet(tasvir, cvScalar(0, 0, 0));
```

Қуйида эса, дискдан тасвир файлини хотирага юклаш ва экранда намоиш қилиш учун кичик дастурни кўрамиз:

```
IplImage* img = cvLoadImage("c:\\tasvir.jpg");           // Дискдан тасвирни img га ўқиш
cvNamedWindow("Example1", CV_WINDOW_AUTOSIZE ); // Example1 намоиш ойнасини яратиш
cvShowImage( "Example1", img );                       // намоиш ойнасига img тасвирни юклаш ва кўрсатиш
cvWaitKey(0);                                         // кутиб туриш
cvReleaseImage( &img );                             // img тасвирни хотирадан ўчириш
cvDestroyWindow( "Example1" );                       // Example1 намоиш ойнасини хотирадан ўчириш
```

Тасвирни бир неча маълумотлари билан намоиш қилиш дастури қуйида берилган:

```
#include <cv.h>
#include <highgui.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

IplImage* image = 0;
IplImage* src = 0;

int main(int argc, char* argv[])
{
    // тасвир номи биринчи параметр билан берилмоқда
    char* filename = argc == 2? argv[1]: "Image0.jpg";
    // тасвирни оламиз
    image = cvLoadImage(filename, 1);
    // тасвирни клонлаймиз (нусхалаймиз)
    src = cvCloneImage(image);

    printf("[i] image: %s\n", filename);
    assert( src != 0);

    // тасвирни намоиш қилиш учун ойна
    cvNamedWindow("original", CV_WINDOW_AUTOSIZE);

    // тасвирни кўрсатамиз
    cvShowImage("original", image);

    // тасвир тўғрисидаги ахборотларни (консол ойнасида) чиқарамиз
    printf("[i] channels:  %d\n",          image->nChannels );
    printf("[i] pixel depth: %d bits\n",  image->depth );
}
```

```

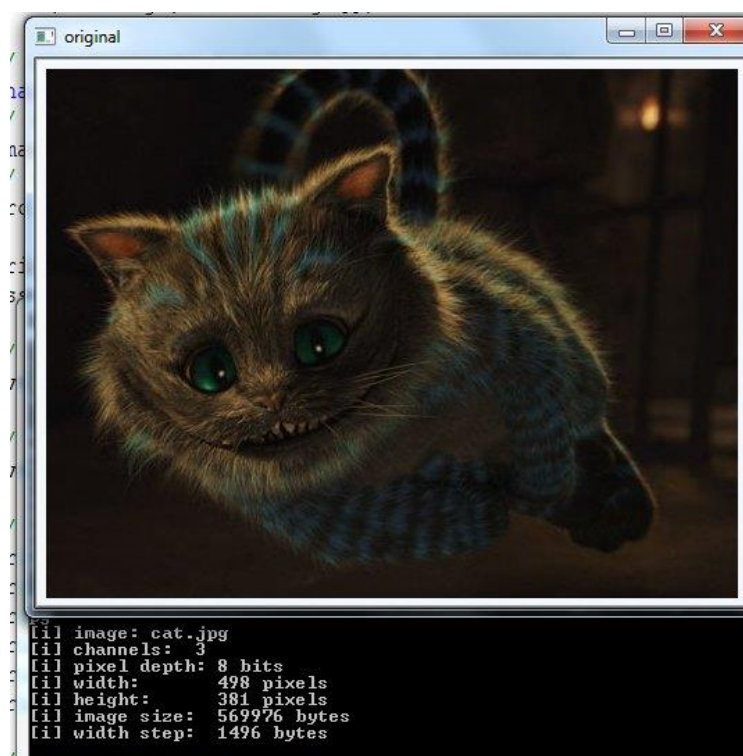
printf("[i] width:      %d pixels\n", image->width );
printf("[i] height:     %d pixels\n", image->height );
printf("[i] image size:  %d bytes\n",  image->imageSize );
printf("[i] width step:  %d bytes\n",  image->widthStep );

// тугма босилишини кутамиз
cvWaitKey(0);

// ресурсларни бўшатамиз
cvReleaseImage(& image);
cvReleaseImage(&src);
// ойнани щчирамиз
cvDestroyWindow("original");
return 0;
}

```

Натижа қуйидагича (4.1-расм.) бўлади:



4.1-расм. Тасвирни маълумотлари билан намоиш қилиш.

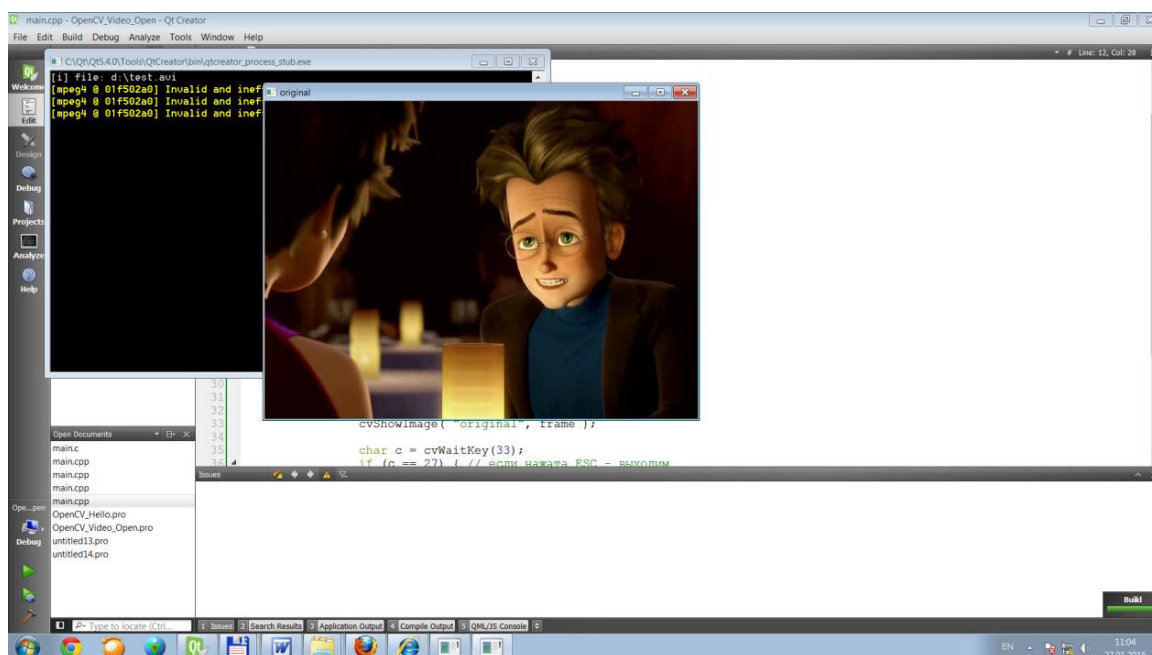
Кейинги дастур видео-файлни намоиш қилиш (овозсиз, ҳар бир кадрни кетма-кет кўрсатиш) учун хизмат қилади:

```

cvNamedWindow( "Example2", CV_WINDOW_AUTOSIZE ); // "Example2"намоиш ойнасини яратиш
CvCapture* capture = cvCreateFileCapture("d:\\video.avi"); // видеофайлни хотирага юклаш
IplImage* frame; // тасвир учун хотирадан жой ажратиш
while(1) { // тугалланмас такрорлаш жараёнини бошлаш (цикл боши)
frame = cvQueryFrame( capture ); // видеодан битта кадрни (тасвирни) олиш
if( !frame ) break; // агар тасвирни ололмаса, циклдан чиқиб кетиш
cvShowImage( "Example2", frame ); // битта кадрни (тасвирани) намоиш қилиш
char c = cvWaitKey(33); // 33 секунд кутиб туриш (кадрлар орасидаги вақт)
if( c == 27 ) break; // агар Esc босилса, чиқиб кетиш
} // цикл охири
cvReleaseCapture( &capture ); // видеони хотирадан тозалаш

```

`cvDestroyWindow( "Example2" );`//Example2 намоиш ойнасини хотирадан ўчириш



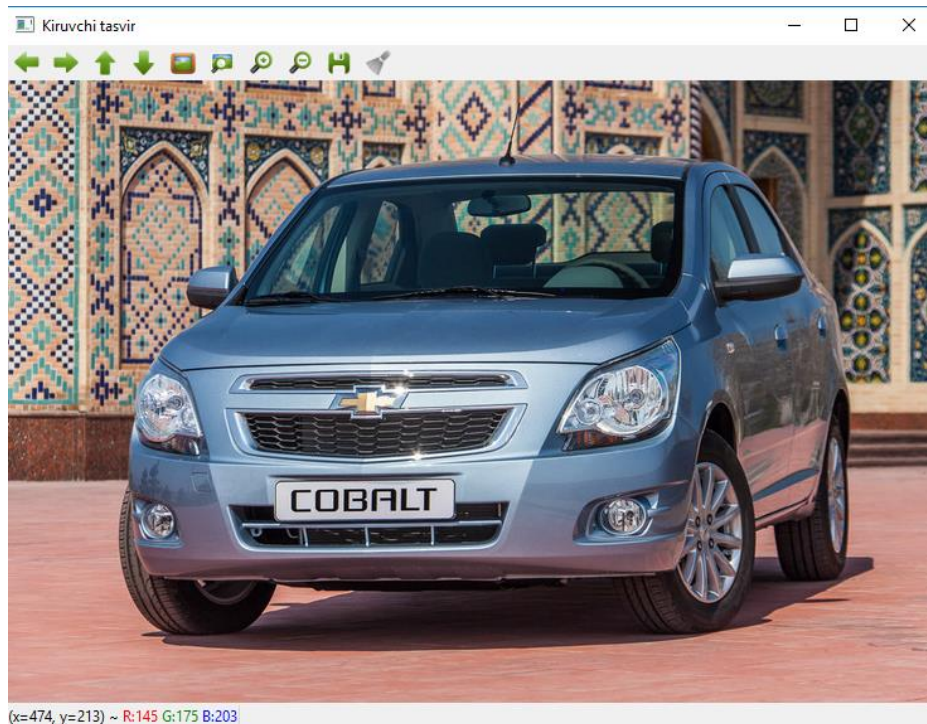
4.2-расм. OpenCVда видеофайлни намоиш қилиш.

Қуйидаги функция эса, тасвирни Гауссли текислаш (филтрлаш) учун хизмат қилади:

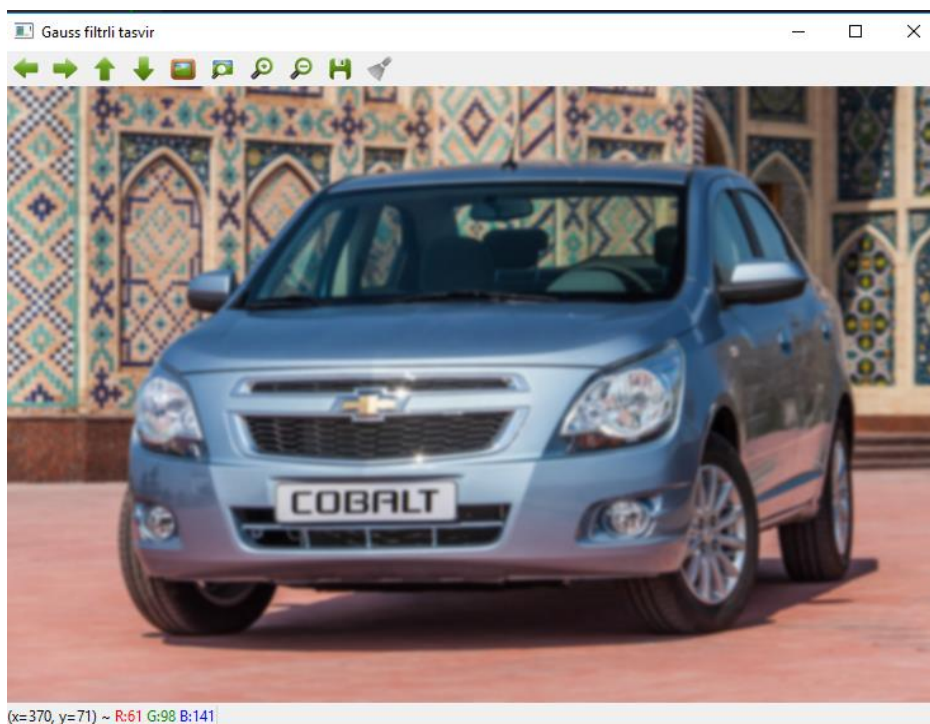
`cvSmooth( image, out, CV_GAUSSIAN, 3, 3 );` // image кировчи тасвир 3×3 ойна ўлчамида филтрланади
// ва натижа тасвир out га берилади.

Қуйидаги дастур ёрдамида дастлабки тасвирни (4.3-расм) ҳамда уни 7×7 ойна ўлчамида филтрлаб (4.4-расм) намоиш қилинади:

```
IpplImage* img = cvLoadImage("c:\\car\\2.jpeg");  
cvShowImage("Kiruvchi tasvir", img);  
IpplImage* out = cvCreateImage(cvGetSize(img), IPL_DEPTH_8U, 3);  
cvSmooth( img, out, CV_GAUSSIAN, 7, 7 );  
cvShowImage("Gauss filtrli tasvir", out);  
cvWaitKey();
```



4.3-расм. Дастлабки тасвир.



4.4-расм. 7×7 Гаусс фильтри қўлангандан сўнг.

Шу ўринда OpenCV нинг оддий маълумотлар типлари тўғрисида қисқача тўхталамиз.

Структура	Ўз ичига олади	Ифодалайди
CvPoint	int x, y	Тасвирдаги нуқта
CvPoint2D32f	float x, y	R^2 даги нуқта
CvPoint3D32f	float x, y, z	R^3 даги нуқта

CvSize	int width, height	Тасвир Ҳажми
CvRect	int x, y, width, height	Тасвир бўлаги (қисми)
CvScalar	double val[4]	RGBA қийматлар

Масалан, *myImg* тасвирида чап юқори бурчаги (5, 10), яъни $x=5$, $y=10$ ва ўнг қуйи бурчаги (20, 30) координатали тўртбурчакни оқ рангда чизиш учун қуйидагича дастур кодини ёзиш керак бўлади:

```
cvRectangle( myImg, cvPoint(5,10), cvPoint(20,30), cvScalar(255,255,255) );
```

OpenCV да қуйидагича тасвир турлари мавжуд:

Тасвир типи (Macro)	Тасвир пиксел типи
IPL_DEPTH_8U	Unsigned 8-bit integer (8u)
IPL_DEPTH_8S	Signed 8-bit integer (8s)
IPL_DEPTH_16S	Signed 16-bit integer (16s)
PL_DEPTH_32S	Signed 32-bit integer (32s)
IPL_DEPTH_32F	32-bit floating-point single-precision (32f)
IPL_DEPTH_64F	64-bit floating-point double-precision (64f)

Қуйидаги жадвалда матрица ва тасвирнинг асосий операторлари келтирилган.

Функция	Таърифи
cvAbs	Массив (матрица) даги барча элементларнинг абсолют қиймати
cvAbsDiff	Иккита массив ўртасидаги фарқларнинг абсолют қиймати
cvAbsDiffS	Массив ва скаляр ўртасидаги фарқларнинг абсолют қиймати
cvAdd	Иккита массивни элементлари бўйича қўшиш
cvAddS	Массив ва скалярни элементлари бўйича қўшиш
cvAddWeighted	Иккита массивни элементлари бўйича вазн (вес)ли қўшиш (алфа қориштириш)
cvAvg	Массивдаги барча элементларнинг ўртача қиймати
cvAvgSdv	Массивдаги барча элементларнинг абсолют қиймати ва стандарт четлашиши
cvCalcCovarMatrix	n-ўлчовли вектор тўпламининг ковариансини ҳисоблаш
cvCmp	Иккита массивнинг барча элементларига танланган таққослаш операторини қўллаш.
cvCmpS	Скалярга нисбатан массивга танланган таққослаш операторини қўллаш.
cvConvertScale	Қийматнинг танловли қайта ўлчови орқали массив типини ўзгартириш.
cvConvertScaleAbs	Танловли қайта ўлчов орқали абсолют қийматдан кейин массив типини ўзгартириш.
cvCopy	Бир массивдаги элементларни бошқасига нусхалаш.
cvCountNonZero	Массивдаги нолга тенг бўлмаган элементларни ҳисоблаш.
cvCrossProduct	Уч ўлчовли иккита векторни кўпайтириш.
cvCvtColor	Массив ранг каналларини бир ранг фазосидан бошқасига ўзгартириш (алмаштириш).
cvDet	Квадрат матрицанинг детерминантини ҳисоблаш
cvDiv	Элементлар бўйича бир массивни бошқасига бўлиш.
cvDotProduct	Иккита векторни скаляр (ички) кўпайтириш.

cvEigenVV	Квадрат матрицанинг хос сон ва хос векторларини Ҳисоблаш
cvFlip	Танланган ўқ бўйича массивни тўнтариш (ойнали намойиш қилиш).
cvGEMM	Умумлашган матрица кўпайтириш.
cvGetCol	Массивнинг устун кесимидан элементларни нусхалаш
cvGetCols	Массивнинг турли қўшни устунларидан элементларни нусхалаш.
cvGetDiag	Диагонал бўйича массив элементларини нусхалаш.
cvGetDims	Массив ўлчамини қайтаради.
cvGetDimSize	Массивнинг барча ўлчамлари ҳажмини қайтаради.
cvGetRow	Массивнинг қатор кесимидан элементларни нусхалаш
cvGetRows	Массивнинг турли қўшни қаторларидан элементларни нусхалаш.
cvGetSize	Икки ўлчовли массив ҳажмини олиш ва уни CvSize шаклида қайтариш.
cvGetSubRect	Массив бир бўлаги элементларини нусхалаш.
cvInRange	Массив элементини бошқа иккита массив қийматлари ичида мавжудлигини текшириш.
cvInRangeS	Массив элементини бошқа иккита скаляр ўртасида мавжудлигини текшириш.
cvInvert	Квадрат матрицани инвертлаш (барча элемент қийматлари 255 дан айрилади).
cvMahalanobis	Иккита вектор орасидаги Махалонобис масофасини Ҳисоблаш.
cvMax	Иккита массивнинг элементлари бўйича максимумлар операцияси.
cvMaxS	Массив ва скаляр ўртасида элементлари бўйича максимумлар операцияси.
cvMerge	Бир нечта бир каналли тасвирларни битта кўп каналли тасвирга бирлаштириш.
cvMin	Иккита матрицада элементлар бўйича минимумлар операцияси
cvMinS	Массив ва скаляр ўртасида элементлар бўйича минимумлар операцияси
cvMinMaxLoc	Массивда минимум ва максимум қийматларни топиш.
cvMul	Иккита массивни элементлар бўйича кўпайтириш.
cvNot	Массивни ҳар бир элементини битли инвертлаш.
cvNorm	Иккита массив ўртасидаги нормаланган корреляцияни Ҳисоблаш.
cvNormalize	Массивдаги элементларни бирор сонгача номаллаш.
cvOr	Иккита массивнинг элементлари бўйича “ЁКИ” (OR) бит-даражаси.
cvOrS	Массив ва скалярнинг элементлари бўйича “ЁКИ” (OR)бит-даражаси.
cvReduce	Берилган амал бўйича икки ўлчовли массивни векторга айлантирмоқ.
cvRepeat	Бир массив мажмуини бошқасига қуриш.
cvSet	Массивнинг барча элементларига берилган сон қийматини ўрнатиш.
cvSetZero	Массивнинг барча элементларига 0 қиймати ўрнатилади (берилади).
cvSetIdentity	Массивнинг барча элементларига диагонал бўйича 1, қолганига эса 0 қиймати берилади.
cvSolve	Чизиқли тенгламалар системасини ечиш.
cvSplit	Кўп каналли массивни турли бир каналли массивларга бўлиш.
cvSub	Бир массивдан иккинчисини элементлар бўйича айириш.
cvSubS	Скалярни массивдан элементлар бўйича айириш.
cvSubRS	Массивни скалярдан элементлар бўйича айириш.
cvSum	Массивни барча элементлари суммаси (йиғиндиси).
cvSVD	Икки ўлчовли массивнинг ягона бўлиниш қийматини Ҳисоблаш.
cvSVBkSb	Тескари алмаштиришнинг ягона қийматини Ҳисоблаш.
cvTrace	Массив белгиларини Ҳисоблаш.

cvTranspose	Массивнинг барча элементларини диагонал бўйича ўзгартириш.
cvXor	Иккита массив элементлари бўйича XOR (истисно ЁКИ) бит – даражаси.
cvXorS	Массив ва скаляр ўртасидаги массив элементлари бўйича XOR бит – даражаси.
cvZero	Массивнинг барча элементларига 0 қиймати берилади.

3. OpenCV да чизиш

Баъзан тасвир устида бирор фигурани чизиш керак бўлиб қолади. OpenCV да тўғри чизиқ, тўртбурчак, айлана ва шу каби геометрик фигураларни чизиш функциялари мавжуд. Улар билан қуйида танишамиз.

Тўғри чизиқ:

```
void cvLine( CvArr* array, CvPoint pt1, CvPoint pt2, CvScalar color,
             int thickness = 1, int connectivity = 8 );
```

Бу ерда CvArr – тасвир, pt1 – чизиқнинг бошланиш координатаси, pt2 – чизиқнинг яқунланиш координатаси, color – чизиқ ранги, thickness – чизиқ қалинлиги, connectivity – чизиқ тури.

Тўғри тўртбурчак:

```
void cvRectangle( CvArr* array, CvPoint pt1, CvPoint pt2, CvScalar color, int thickness = 1 );
```

Айлана:

```
void cvCircle( CvArr* array, CvPoint center, int radius, CvScalar color, int thickness = 1, int connectivity = 8 );
```

Бу ерда center – айлана маркази, radius – айлана радиуси.

Эллипс:

```
void cvEllipse( CvArr* img, CvPoint center, CvSize axes, double angle,
                double start_angle, double end_angle, CvScalar color,
                int thickness = 1, int line_type = 8 );
```

Бу ерда axes – ўқ ҳажми, start_angle – бошланғич бурчак, end_angle – охириги бурчак.

Полигонлар:

Полигонларни қуйидаги уч хил функция ёрдамида чизиш мумкин.

```
void cvFillPoly( CvArr* img, CvPoint** pts, int* npts, int contours, CvScalar color, int line_type = 8 );
```

```
void cvFillConvexPoly( CvArr* img, CvPoint* pts, int npts, CvScalar color, int line_type = 8 );
```

```
void cvPolyLine( CvArr* img, CvPoint** pts, int* npts, int contours, int is_closed,
                 CvScalar color, int thickness = 1, int line_type = 8 );
```

Матнлар:

```
void cvPutText( CvArr* img, const char* text, CvPoint origin, const CvFont* font, CvScalar color );
```

4. HighGUI модули функциялари

Ушбу бўлимда HighGUI модули функциялари билан танишамиз.

Намойиш ойнасини яратиш:

```
int cvNamedWindow(const char* name,int flags = CV_WINDOW_AUTOSIZE);
```

Тасвирни юклаш:

```
IplImage* cvLoadImage(const char* filename,int iscolor = CV_LOAD_IMAGE_COLOR);
```

Тасвирни сақлаш:

```
int cvSaveImage(const char* filename,const CvArr* image);
```

Тасвирни намойиш қилиш:

```
void cvShowImage( const char* name, const CvArr* image );
```

Сичқонча ходисалари (босилиши):

```
void CvMouseCallback(int event,int x,int y,int flags,void* param);
```

Бу ерда event га қуйидаги ходисалар боғланган:

Event (ходиса)	Рақам қиймати
CV_EVENT_MOUSEMOVE	0
CV_EVENT_LBUTTONDOWN	1
CV_EVENT_RBUTTONDOWN	2
CV_EVENT_MBUTTONDOWN	3
CV_EVENT_LBUTTONUP	4
CV_EVENT_RBUTTONUP	5
CV_EVENT_MBUTTONUP	6
CV_EVENT_LBUTTONDOWNCLK	7
CV_EVENT_RBUTTONDOWNCLK	8
CV_EVENT_MBUTTONDOWNCLK	9

5. OpenCVда тасвирларни қайта ишлаш

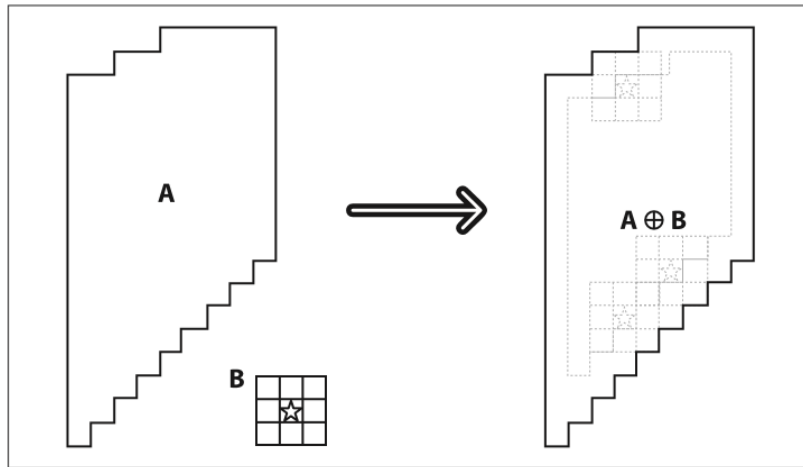
Текислаш:

```
void cvSmooth( const CvArr* src, CvArr* dst, int smoothtype = CV_GAUSSIAN, int param1 = 3, int param2 = 0, double param3 = 0, double param4 = 0 );
```

Бу ерда Smoothtype ўзгарувчиси қуйида текислаш турларини ўз ичига олиши мумкин: CV_BLUR, CV_BLUR_NO_SCALE, CV_MEDIAN, CV_GAUSSIAN, CV_BILATERAL.

Морфологик Кенгайтириш (Dilation):

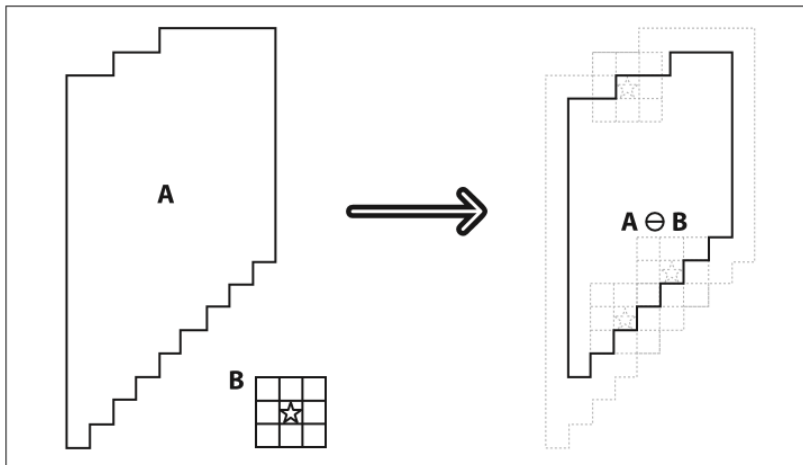
```
void cvErode( IplImage* src, IplImage* dst, IplConvKernel* B = NULL, int iterations = 1 );
```



4.5-расм. Морфологик кенгайтириш.

Морфологик Емириш (Erosion):

`void cvDilate( IplImage* src, IplImage* dst, IplConvKernel* B = NULL, int iterations = 1 );`



4.6-расм. Морфологик емириш.

Оқимли тўлдириш (Flood Fill):

`void cvFloodFill(IplImage* img, CvPoint seedPoint, CvScalar newVal, CvScalar loDiff = cvScalarAll(0), CvScalar upDiff = cvScalarAll(0), CvConnectedComp* comp = NULL, int flags = 4, CvArr* mask = NULL );`

Ҳажмни ўзгартириш (Resize):

`void cvResize( const CvArr* src, CvArr* dst, int interpolation = CV_INTER_LINEAR );`

Бу ерда *Interpolation* ўзгарувчиси қуйидагиларни ўз ичига олиши мумкин: CV_INTER_NN, CV_INTER_LINEAR, CV_INTER_AREA, CV_INTER_CUBIC.

Бўсағалаш (Threshold):

`double cvThreshold( CvArr* src, CvArr* dst, double threshold, double max_value, int threshold_type );`

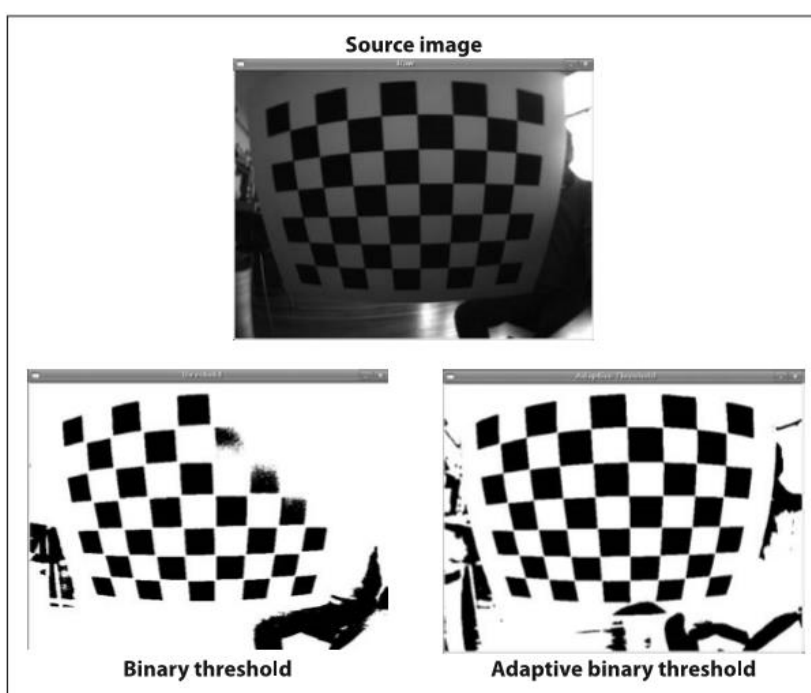
Бу функция глобал бўсаға қиймати орқали тасвирни бўлаклаш (масалан бинарлаштириш орқали) учун хизмат қилади. Ундаги `threshold_type` ўзгарувчиси қуйидаги бўсағалаш турларинини ўз ичига олади:
`CV_THRESH_BINARY`, `CV_THRESH_BINARY_INV`, `CV_THRESH_TRUNC`,
`CV_THRESH_TOZERO_INV`, `CV_THRESH_TOZERO`.

Адаптив бўсағалаш (Adaptive Threshold):

```
void cvAdaptiveThreshold( CvArr* src, CvArr* dst, double max_val, int adaptive_method =
CV_ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C, int threshold_type = CV_THRESH_BINARY, int
block_size = 3, double param1 = 5 );
```

Бу функцияда бўсағалаш блоklarда, яъни кичик соҳаларда амалга оширилади.

Қуйидаги расмда (4.7-расм) берилган тасвирни глобал ва адаптив бўсағалаш ёрдамида бинарлаштириш намуналари кўрсатилган.



4.7-расм. Берилган тасвир ҳамда унинг глобал ва адаптив бўсағалаш натижаси.

6. OpenCV да тасвир ўзгартиришлар

Ўрама (Свёртка):

“Ўрама” усулида маълум бир ҳажмдаги (масалан, 3×3 ўлчамли ядро) ойна ичида қийматлар тасвирга мосланади ва тасвирдаги мос координаталардаги қийматлар ойнадаги мос қийматлар билан кўпайтирилади ва уларнинг йиғиндиси йиғилади. Йиғинди натижа тасвирнинг ишчи ойна марказига қўйилади. Буни формула кўринишида қуйидагича ифодалаш мумкин.

$$H(x, y) = \sum_{i=0}^{M_i-1} \sum_{j=0}^{M_j-1} I(x+i-a_i, y+j-a_j) G(i, j)$$

OpenCVда бундай филтрлашни қуйидаги процедура ёрдамида амалга оширилади:

```
void cvFilter2D( const CvArr* src, CvArr* dst, const CvMat* kernel,  
CvPoint anchor = cvPoint(-1,-1) );
```

Бу ерда kernel (ядро) га олдиндан мавжуд ишчи ойналарни (масалан, Собель ишчи ядроси) қўйишимиз мумкин, ёхуд ўзимиз янги ядро қуриб олишимиз ҳам мумкин.

Градиентлар ва Собель ҳосиласи:

Тасвир градиентларини (чегараларини) аниқлашда энг кўп фойдаланиладиган усуллардан бири Собель ҳисобланади. Собель функцияси қуйида берилган:

```
cvSobel( const CvArr* src, CvArr* dst, int xorder, int yorder, int aperture_size = 3 );
```

Қуйидаги расмда (4.8-расм) берилган тасвир ва унинг Собел градиенти натижаси кўрсатилган.



a)



b)

4.8-расм. Берилган тасвир (a) ва унинг Собел градиенти натижаси (b)

Лаплас (Laplace) градиенти:

```
void cvLaplace(const CvArr* src,CvArr* dst,int apertureSize= 3);
```

Канни (Canny) градиенти:

```
void cvCanny( const CvArr* img, CvArr* edges, double lowThresh, double highThresh,  
int apertureSize= 3);
```

7. OpenCV да Хаф (Hough) алмаштиришлари

Хаф алмаштириши ёрдамида чизиқларни топиш:

```
CvSeq* cvHoughLines2(CvArr* image,void* line_storage,int method,double rho,double  
theta,int threshold,double param1 = 0,double param2 = 0);
```

Хаф алмаштириши ёрдамида айланаларни топиш:

```
CvSeq* cvHoughCircles(CvArr* image, void* circle_storage,int method,double dp,double min_dist,double param1 = 100,double param2 = 300,int min_radius = 0,int max_radius = 0);
```

8. OpenCV да Аффин алмаштиришлар

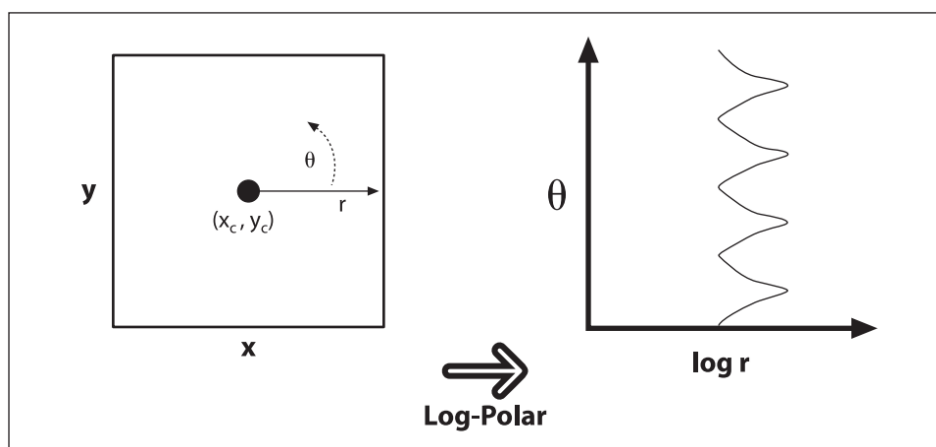
Тасвирни буриш:

```
CvMat* cv2DRotationMatrix( CvPoint2D32f center, double angle, double scale, CvMat* map_matrix );
```

Поляр алмаштириш:

```
void cvLogPolar(const CvArr* src, CvArr* dst, CvPoint2D32f center, double m, int flags = CV_INTER_LINEAR | CV_WARP_FILL_OUTLIERS );
```

Поляр алмаштириш деб, марказдаги нуқтага нисбатан қаралаётган нуқта(пиксел) нинг жойлашув координатаси бўйича бурчаги - θ ва масофасини - r кўрсатувчи янги фазога айтилади (4.9-расм).



4.9-расм. Поляр алмаштириш схемаси.

Дискрет-косинус алмаштириш:

```
void cvDCT( const CvArr* src, CvArr* dst, int flags );
```

Масофавий алмаштириш:

```
Void cvDistTransform(const CvArr* src,CvArr* dst,int distance_type = CV_DIST_L2, int mask_size = 3,const float* kernel = NULL,CvArr* labels = NULL);
```

Гистограммали тўғрилаш:

```
void cvEqualizeHist( const CvArr* src, CvArr* dst );
```

Таъкидлаш керакки, OpenCV да яна кўплаб функциялар мавжуд, хусусан тасвирларни қайта ишлаш, тасвирнинг идентификацион белгиларини ажратиб олиш ва таниб олиш билан боғлиқ функциялар фойдаланувчиларга катта қулайлик туғдиради. Улар тўғрисида кенгрок маълумотларни олиш учун OpenCV функциялари ҳақида ёритилган адабиётлардан фойдаланиш мумкин.

Tasvirlarni ishlash asoslari

Uslubiy ko'rsatma

(Tajriba ishlarini bajarish uchun)

Ushbu uslubiy ko'rsatma "Informatika va axborot texnologiyalari" yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan barcha talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, "Raqamli tasvirlarni qayta ishlash usullari" fanidan tajriba mashg'ulotlarini o'tkazish bo'yicha barcha yo'riqnomalarni va tajriba ishi variantlarini o'z ichiga olgan.

Bundan tashqari, uslubiy ko'rsatmadan "Raqamli tasvirlarni qayta ishlash usullari" fanini mustaqil o'rganuvchi talabalar, magistrlar va oqituvchilar foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchilar: «Informatika va AT» kafedrasining dotsenti
U.Goipov.

Taqrizchi: NamDU «Amaliy matematika va informatika»
kafedrasining dotsenti A. Imomov

Uslubiy ko'rsatma NamMQI «ATT» kafedrasining umumiy majlisida ko'rib
chiqilgan va ma'qullangan.

(Bayonnoma №__ «__» _____ 2024 yil)

Uslubiy ko'rsatma NamMQI ilmiy-uslubiy kengashida muxokama qilingan va chop etishga
tavsiya etilgan.

(Bayonnoma №_____ «__» _____ 2024 yil)

Soʻz boshi

Fan-texnika rivojlanishining hozirgi bosqichida ijtimoiy iqtisodiy taraqqiyot darajasi va surʼati oliy taʼlimning sifati va samaradorligiga koʻp jihatdan bogʻliq boʻlmoqda. Bu esa oʻz navbatida kasb taʼlimi tizimiga tub oʻzgarishlar kiritishni taqozo etmoqda.

Respublikamizda kompyuterli taʼlimni samarali tashkil etish uchun yaxshi nazariy poydevor mavjud. Bu olimlarimiz tomonidan ishlab chiqilgan oʻquv faoliyati va oʻqitishning psixologik va didaktik nazariyasidir. Biroq, bu nazariyalarning asosiy koʻrsatmalari oʻqitish tizimi va dasturlarini ishlab chiquvchilar qoʻlida foydali qoʻllanma boʻla olishi uchun ular toʻldirilishi lozim. Kompyuterlashtirilgan taʼlimni taʼminlash uchun pedagoglar bu ishni hamma uchun va har bir kishi uchun muhimligini, kechiktirib boʻlmaydigan vazifa ekanligi tushunishlari lozim.

Tasvirlar bilan ishlash bugungi kun axborot texnologiyalari fanida yetakchi oʻrin tutmoqda. Amaliy dasturlarda, Web tarmogʻida va grafik muhitlarda tasvirlar keng qoʻllanilib kelinmoqda. Tasvirlarni qayta ishlash fanini oʻtishdan asosiy maqsad virtual muhitlarda inson va inson, hamda inson va kompyuter oʻrtasidagi oʻzaro aloqaning texnologiyasini oʻrganadi. Jumladan:

- virtual manzaralarni qayta ishlash va tahlil qilish;
- inson tasvirini qayta ishlash va tahlil qilish;
- texnologik qismlar va dastur taʼminoti.

Mazkur uslubiy koʻrsatma «Raqamli tasvirlarni qayta ishlash usullari» fanidan tajriba mashgʻulotlarini oʻtkazish boʻyicha zarur boʻlgan barcha yoʻriqnomalarni oʻz ichiga olgan va Davlat taʼlim standartlariga mos namunaviy dastur hamda unga mos ishchi dasturlar asosida tuzilgan.

Mualliflar.

Tajriba mashgʻulotlarini bajarish uchun talabalarga quyidagi talablar qoʻyiladi:

1. Tajriba ishini bajarish uchun zarur boʻlgan nazariy maʼlumotlarni koʻrsatilgan adabiyotlardan toʻplash;
2. Belgilangan variant boʻyicha shaxsiy topshiriqlarni oʻz vaqtida olish;
3. Berilgan variant boʻyicha tasvir fayllarini yaratish;
4. Bajarilgan ishlarni belgilangan reja asosida rasmiylashtirish va uni oʻqituvchi huzurida ximoya qilish (tajriba darsi mobaynida);
5. Ximoya qilingan, oʻqituvchi tomonidan ijobiy baholangan tajriba ishi hisobotini oʻqituvchiga topshirish;

Eslatma:

1. Tajriba ishini oʻz vaqtida bajarmagan talaba oʻqituvchi belgilagan vaqtda (dars mashgʻulotlaridan boʻsh vaqtda) kafedraga kelib ishni bajaradi va belgilangan tartibda uni ximoya qiladi;
2. Agar talaba dars mobaynida va qoʻshimcha belgilangan vaqtda ham tajriba ishini bajarmasa, shu mavzu uchun reyting ballarini olmagan va mavzuni oʻzlashtirmagan hisoblanadi.

Tajriba ishlarini bajarish uchun kerakli jihozlar, texnik va dasturiy vositalar:

1. Kompyuter;
2. Operasion tizimlar;
3. Adobe Photoshop dasturi.
4. Delphi, C++ dasturlash tillari.
5. OpenCV bibliotekasi.

1 – TAJRIBA ISHI

Mavzu: Kompyuter xotirasiga tasvirlarni qabul qiluvchi qurilmalarni va dasturlarni boshqarish.

Ishdan maqsad: Talabalarda Kompyuter xotirasiga tasvirlarni qabul qiluvchi qurilmalarni va dasturlarni boshqarish malakasini hosil qilish.

Reja:

1. Tasvirlarni o'zida saqlovchi turli qurilmalardagi (masalan fotoapparat) tasvirlarni tayyor dasturiy paketlar yordamida olish va qayta ishlash.
2. Turli dasturiy vositalar (masalan C++) yordamida skaner yoki Web-kameradan tasvirlarni qabul qilish.
3. Adobe Photoshop dasturining ishchi muhitida ishlash.

1. Tasvirlarni o'zida saqlovchi turli qurilmalardagi (masalan fotoapparat) tasvirlartni tayyor dasturiy paketlar yordamida olish va qayta ishlash.

Oddiy holatda OS larda, xususan Windows da tasvirlarni o'zida saqlovchi turli qurilmalardagi (masalan fotoapparat) tasvirlartni olish mumkin. Buning uchun taxminan quyidagi ishlar amalga oshiriladi:

- qurilmani kompyuterga USB port orqali ulang;
- boshqaruv panelida yangi paydo bo'lgan disk qurilmasidan keraksi tasvir papkasini oching;
- kerakli tasvirdan nusxa oling.

Tasvir fayllarini boshqaruv panelidan tashqari boshqa turli dastur paketlari yordamida ham olish va qayta ishlash mumkin.

2. Turli dasturiy vositalar (masalan C++) yordamida skaner yoki Web-kameradan tasvirlarni qabul qilish.

Bevosita qurilmada tasvirlarni qabul qilish uchun turli tayyor dastur paketlari mavjud. Masalan kompyuterga o'rnatilgan skaner yoki kameraning o'z drayverlari va dasturlari bo'lishi mumkin. Ular yordamida real-vaqtdagi tasvirlarni olish va qayta ishlash mumkin.

Shuningdek, turli dasturiy vositalar yordamida ham qurilmalarni boshqarish va ular orqali tasvirlarni olish mumkin. Quyida Qt C++ dasturlash vositasi va OpenCV bibliotekasi yordamida USB portiga ulangan kameradan video tasvirlarni qabul qilish dastur kodi keltirilgan.

```
void MainWindow::on_pushButtonCamera_clicked()
{
    VideoCapture cap(0); // joriy kamerani ochish
    if(!cap.isOpened()) // muvoffaqiyatli ochilganlikni tekshirish
        return;

    namedWindow("Video",1);
    Mat frame;
    while(1)
    {

        cap >> frame;          // kameradan tasvir kadri olinmoqda

        imshow("Video", frame); // tasvir kadri namoish qilinmoqda

        imwrite( "d:/natija.jpg", frame ); // tasvir xotiraga saqlanmoqda

        // Chiqish uchun 'c' ni bosing
        if(waitKey(30) == 'c') break;
    }
}
```

Ta'kidlash kerakki, yuqoridagi dastur ishlashi uchun Qt Creatorga OpenCV bibliotekasini bog'lash kerak bo'ladi. Buning uchun projektning **.pro** fayli ichiga quyidagi kodni kiritish kerak:

```
INCLUDEPATH += d:\OpenCV_24\include
LIBS += -L"d:/OpenCV_24/bin"
LIBS += -lopencv_core2410 -lopencv_highgui2410 -lopencv_imgproc2410 -
lopencv_features2d2410 -lopencv_objdetect2410
```

Shuningdek, projektning asosiy dasturlash fayli hisoblangan **.cpp** fayliga OpenCV bibliotekasi quyidagicha bog'lanadi:

```
#include <OpenCV/cv.h>
#include "opencv2/core/core.hpp"
#include "opencv2/highgui/highgui.hpp"
#include "opencv2/imgproc/imgproc.hpp"
using namespace cv;
```

3. Adobe Photoshop dasturining ishchi muhitida ishlash.

Ushbu reja bo'yicha Adobe Photoshop dasturida erkin temada tasvir chiziladi va uning ustida turli qayta ishlash amallari bajariladi.

Adobe Photoshop dasturida ishlash bo'yicha ma'lumotlar ma'lumotlar ma'ruzalar to'plamining 3-mavzusida berilgan.

2 - TAJRIBA ISHI

Mavzu: Zamonaviy dasturlash tilida tasvirlar bilan ishlashga mo'ljallangan komponentalar, protseduralar va funktsiyalarni o'rganish. Rang sistemalarida rang qiymatlarini almashtirish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.

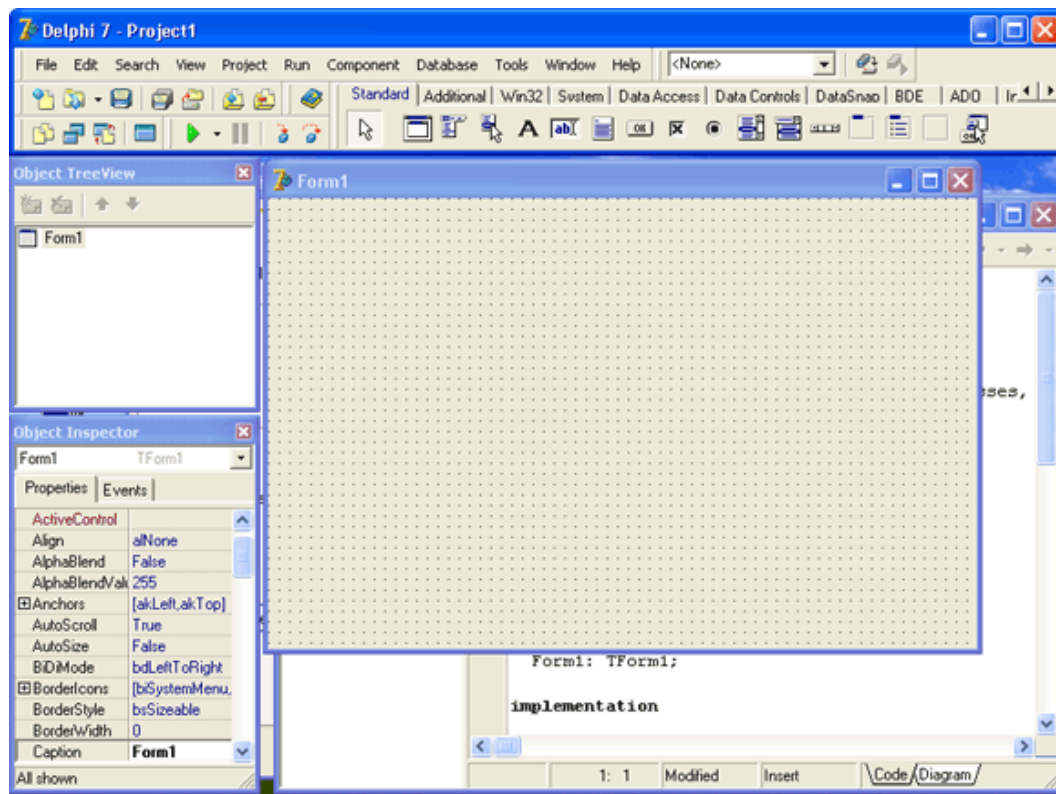
Лаборатория машғулотининг мақсади: Тасвирни қайта ишлаш учун функция ва процедуралар ҳамда дастурларни яратиш.

Reja:

- 1. Borland Delphi da tasvirlarni qayta ishlash imkoniyatlari.**
- 2. OpenCVda tasvirларни қайта ишлаш имкониятлари**

1. Borland Delphi da tasvirlarni qayta ishlash imkoniyatlari.

Borland Delphi'nin ishchi muhiti (6.1-rasm) beshta oinaidan iborat. Buлар: Бош ойна, Бош ишчи форма ойнаси (Form 1), Объект хусусиятларини тахрирлаш ойнаси (Object Inspector), Объектлар рўйхатини кўриш ойнаси (Object TreeView), Кодларни тахрирлаш ойнаси (Unit1.pas).



6.1-расм. Borland Delphi нинг бош ойнаси.

Borland Delphiда тасвирлар билан боғлиқ масалаларни ҳал қилишда асосан *Image* компонентасидан фойдаланилади. *Image* компонентасида *Canvas* хусусияти мавжуд бўлиб, унда тасвирларни қайта ишлаш имкониятлари берилган. *Canvas* хусусияти учун мўлжалланган процедура ва функциялар рўйхати қуйида келтирилган.

- *procedure Arc(X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4: Integer)* - эллипс периметри бўйича чегараланган тўғри турбурчак ичида ёйни чиқариш.
- *procedure BrushCopy(const Dest: TRect; Bitmap: TBitmap; const Source: TRect; Color: TColor)* - тасвирнинг ажратилган тўғри тўртбурчак ичидаги қисмидан нусха олиш.
- *procedure Chord(X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4: Integer)* - эллипс ва чизиклар кесишганда ҳосил бўладиган берк шакл чизиш.
- *procedure CopyRect(Dest: TRect; Canvas: TCanvas; Source: TRect)* - бошқа тасвирнинг ажратилган қисмидаги соҳани тасвирга нусхасини олиш.
- *constructor Create* - TCanvas дан намуна яратиш.
- *destructor Destroy; override* - TCanvas нинг намунасини йўқотиш.
- *procedure Draw(X, Y: Integer; Graphic: TGraphic)* - берилган координатага тасвирни чизиш.
- *procedure DrawFocusRect(const Rect: TRect)* - кўрсатилган соҳада чизикли тўртбурчак чизиш.
- *procedure Ellipse(X1, Y1, X2, Y2: Integer)* - берилган соҳада эллипсни чизиш.
- *procedure FillRect(const Rect: TRect)* - аниқланган соҳани актив ранг билан тўлдириш (бўяш).
- *procedure FloodFill(X, Y: Integer; Color: TColor; FillStyle: TFillStyle)* - актив ранг билан canvas ни тўлдириш (бўяш).
- *procedure LineTo(X, Y: Integer)* - бошланғич жойдан бошлаб кўрсатилган координатага томон чизик тортиш.
- *procedure MoveTo(X, Y: Integer)* - жорий турган нукта координатасини кўрсатилган координатага ўзгартириш (кўчириб ўтказиш).
- *procedure Pie(X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4: Longint)* - эллипсининг (X1, Y1) ва (X2, Y2) соҳасидаги ажратилган қисмини чиқариш.

- *procedure PolyBezier(const Points: array of TPoint)* - эгри чизиқлар тўпламини чиқариш.
- *procedure Polygon(Points: array of TPoint)* - берилган координаталар тўплами бўйича соҳасини чизиш.
- *procedure Polyline(Points: array of TPoint)* - берилган координаталар тўплами бўйича синиқ чизиқларни чизиш.
- *procedure Rectangle(X1, Y1, X2, Y2: Integer)* - берилган координата бўйича тўртбурчак чизиш.
- *procedure Refresh* - Қалам, бўёқ ва шрифтни янгилаш.
- *procedure RoundRect(X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3: Integer)* –айлана (қиррасиз) бурчакли тўртбурчак чизиш.
- *function TextExtent(const Text: string): TSize* - жорий шрифтдаги қатор кенглиги ва бўйини аниқлаш.
- *function TextHeight(const Text: string): Integer* -жорий шрифтдаги қатор бўйини аниқлаш.
- *procedure TextOut(X, Y: Integer; const Text: string)* - кўрсатилган координатада бирор сўзни чиқариш.
- *procedure TextRect(Rect: TRect; X, Y: Integer; const Text: string)* - ёзувни тўртбурчак ичида чиқариш.
- *function TextWidth(const Text: string): Integer* - жорий шрифтдаги қатор кенглигини аниқлаш.
- *property Pixels[X, Y: Integer]: TColor* - аниқланган координатадаги пиксел рангини аниқлаш.

Image компоненти ўзида тасвирларни чизиш билан биргаликда бошқа тасвирларни ўқиш учун ҳам ишлатилади. Бу объектга қўйилган тасвирни дастурлаш имконияти ёрдамида ўқиш, таҳрирлаш ва хотирага сақлаш мумкин. Масалан, тасвир ўлчамлари: бўйи ва эни, пикселларнинг сони, ранглар қўлами: қизил, яшил ва кўк ранг қийматлари ва ҳоказоларни аниқлаш имконини яратади. Тасвирларни қайта ишлашда тасвирнинг пикселларига муурожаат орқали уни таҳрирлаш мумкин бўлади. Яъни:

Image.Canvas.Pixels[<piksel qatori>,<piksel ustuni>]

Ифодани ёзиш билан тасвирнинг аниқ бир координатаси ранг қийматини аниқлаш мумкин бўлади. Бу ифоданинг натижаси 16 млн. ранг қийматлари таркибида бўлади, яъни унинг қиймати максимал ранглар сонидан ошиб кетмайди. Нуқтадаги ранг қийматини қизил, яшил ва кўк рангларга ажратган ҳолда аниқласак, ҳар бирини ранг қиймати 256 тадан ошмайди. Бу уч ранг қийматини аниқловчи ифодаларни қуйидагича ёзиш мумкин:

```
Qizil:=GetRValue(Image.Canvas.Pixels[i,j]);
Yashil:=GetGValue(Image.Canvas.Pixels[i,j]);
Ko'k:=GetBValue(Image.Canvas.Pixels[i,j]);
```

Агар кулранг тасвирдаги пикселларни рангини аниқлаш керак бўлса, юқоридаги ранг қийматларини аниқловчи ифодаларни бирини ёзиш етарли. Сабаб, кулранг тасвирда пикселдаги ранглар қиймати ўзаро тенг бўлади.

Borland Delphiда тасвирларни қайта ишлаш билан боғлиқ яна бошқа баъзи амалларни қуйида кўриб чиқамиз.

Тасвирни файлдан очиш.

```
Image.Picture.LoadFromFile('c:\baza\olma.bmp');
ёки
if OpenPictureDialog1.Execute then
Image.Picture.LoadFromFile(OpenPictureDialog1.FileName);
```

Тасвирни файлга сақлаш.

```
Image.Picture.SaveToFile('c:\baza\olma.bmp');  
ёки  
if SavePictureDialog1.Execute then  
Image.Picture.SaveToFile(SavePictureDialog1.FileName);
```

Тасвирнинг эни ва бўйини аниқлаш.

```
Var w, h: integer;  
Begin  
w:=Image.Picture.Width;  
h:=Image.Picture.Height;  
End;
```

Тасвирнинг эни ва бўйини ўзгартириш

```
Image.Picture.Bitmap.Width:=350;  
Image.Picture.Bitmap.Height:=230;
```

Тасвирнинг x,y координасидаги рангни аниқлаш

```
Var Rang: integer; (ёки Rang: TColor;)  
Begin  
Rang:=Image.Canvas.Pixels[x,y];  
End;
```

Рангли тасвирнинг x,y координасидаги уч хил (Қизил, яшил, кўк) рангни аниқлаш

```
Var R,G,B: Byte;  
Begin  
R:=GetRValue(Image.canvas.pixels[x,y]);  
G:=GetGValue(Image.canvas.pixels[x,y]);  
B:=GetBValue(Image.canvas.pixels[x,y]);  
End;
```

Тасвирнинг x,y координасига уч хил (Қизил, яшил, кўк) ранг бериш

```
Image.canvas.pixels[x,y]:=RGB(34,201,123);
```

Тасвирни принтерга чоп этиш

```
if PrintDialog.Execute then  
begin  
Printer.BeginDoc;  
Printer.Canvas.Draw(40,40,Image.Picture.Graphic);  
Printer.EndDoc;  
end;
```

Вақтинча хотирада тасвир яратиш

```
var Bitmap: TBitmap;  
begin  
Bitmap := TBitmap.Create;  
Bitmap.Width :=100;  
Bitmap.Height :=150;  
end;
```

Қуйида Borland Delphi дастурлаш воситасида RGB ранг системасидан HLS ранг

системасига ёки аксинча ўтказиш дастур коди келтирилган.

```

procedure RGBtoHLS;
Var
cMax,cMin : integer;
Rdelta,Gdelta,Bdelta : single;
Begin
cMax := max( max(R,G), B);
cMin := min( min(R,G), B);
L := round( ( (cMax+cMin)*HLSMAX) + RGBMAX )/(2*RGBMAX) );
if (cMax = cMin) then begin
S := 0; H := UNDEFINED;
end else begin
if (L <= (HLSMAX/2)) then
S := round( ( ((cMax-cMin)*HLSMAX) + ((cMax+cMin)/2) ) / (cMax+cMin) )
else
S := round( ( ((cMax-cMin)*HLSMAX) + ((2*RGBMAX-cMax-cMin)/2) )
/ (2*RGBMAX-cMax-cMin) );
Rdelta := ( ((cMax-R)*(HLSMAX/6)) + ((cMax-cMin)/2) ) / (cMax-cMin);
Gdelta := ( ((cMax-G)*(HLSMAX/6)) + ((cMax-cMin)/2) ) / (cMax-cMin);
Bdelta := ( ((cMax-B)*(HLSMAX/6)) + ((cMax-cMin)/2) ) / (cMax-cMin);
if (R = cMax) then H := round(Bdelta - Gdelta)
else if (G = cMax) then H := round( (HLSMAX/3) + Rdelta - Bdelta)
else H := round( ((2*HLSMAX)/3) + Gdelta - Rdelta );
if (H < 0) then H:=H + HLSMAX;
if (H > HLSMAX) then H:= H - HLSMAX;
end;
if S<0 then S:=0; if S>HLSMAX then S:=HLSMAX;
if L<0 then L:=0; if L>HLSMAX then L:=HLSMAX;
end;

procedure HLStoRGB;
Var
Magic1,Magic2 : single;
function HueToRGB(n1,n2,hue : single) : single;
begin
if (hue < 0) then hue := hue+HLSMAX;
if (hue > HLSMAX) then hue:=hue -HLSMAX;
if (hue < (HLSMAX/6)) then
result:= ( n1 + (((n2-n1)*hue+(HLSMAX/12))/(HLSMAX/6)) )
else
if (hue < (HLSMAX/2)) then result:=n2 else
if (hue < ((HLSMAX*2)/3)) then
result:= ( n1 + (((n2-n1)*((HLSMAX*2)/3)-hue)+(HLSMAX/12))/(HLSMAX/6)))
else result:= ( n1 );
end;
begin
if (S = 0) then begin
B:=round( (L*RGBMAX)/HLSMAX ); R:=B; G:=B;
end else begin
if (L <= (HLSMAX/2)) then Magic2 := (L*(HLSMAX + S) + (HLSMAX/2))/HLSMAX
else Magic2 := L + S - ((L*S) + (HLSMAX/2))/HLSMAX;
Magic1 := 2*L-Magic2;
R := round( (HueToRGB(Magic1,Magic2,H+(HLSMAX/3))*RGBMAX + (HLSMAX/2))/HLSMAX );
G := round( (HueToRGB(Magic1,Magic2,H)*RGBMAX + (HLSMAX/2)) / HLSMAX );
B := round( (HueToRGB(Magic1,Magic2,H-(HLSMAX/3))*RGBMAX + (HLSMAX/2))/HLSMAX );
end;
if R<0 then R:=0; if R>RGBMAX then R:=RGBMAX;
if G<0 then G:=0; if G>RGBMAX then G:=RGBMAX;
if B<0 then B:=0; if B>RGBMAX then B:=RGBMAX;
end;

```

2. OpenCVда тасвирларни қайта ишлаш имкониятлари

Тасвирларни қайта ишлаш ва намоиш қилиш учун OpenCV да махсус типлар мавжуд бўлиб, асосан *IplImage* ва *Mat* типларидан кўп фойдаланилади. Қуйида кўриб чиқиладиган функциялар асосан ана шу типли тасвирларни қайта ишлашга мўлжалланган. Функцияларни кичик-кичик дастур намуналари негизида кўриб чиқамиз.

Масалан, 620 қатор ва 440 та устундан иборат 8 битли, 3 каналли *IplImage* ҳамда *Mat* типли тасвирларни яратиш учун қуйидаги функциялардан фойдаланамиз:

```
int height =620;    // тасвир бўйи
int width =440;     // тасвир эни
IplImage* tasvir = cvCreateImage(cvSize(height, width),8,3); // IplImage типли tasvir номли тасвирни
яратиш
Mat matritsa(Size(height, width), CV_8UC3); // Mat типли matritsa номли тасвирни яратиш
```

Тасвирни қора ранг билан бўяш қуйидагича:

```
cvSet(tasvir,cvScalar(0,0,0));
```

Қуйида эса, дискдан тасвир файлини хотирага юклаш ва экранда намоиш қилиш учун кичик дастурни кўрамиз:

```
IplImage* img = cvLoadImage("c:\\tasvir.jpg"); // Дискдан тасвирни img га ўқиш
cvNamedWindow( "Example1", CV_WINDOW_AUTOSIZE ); // Example1 намоиш ойнасини яратиш
cvShowImage( "Example1", img ); // намоиш ойнасига img тасвирни юклаш ва кўрсатиш
cvWaitKey(0); // кутиб туриш
cvReleaseImage( &img ); // img тасвирни хотирадан ўчириш
cvDestroyWindow( "Example1" ); // Example1 намоиш ойнасини хотирадан ўчириш
```

Тасвирни бир неча маълумотлари билан намоиш қилиш дастури қуйида берилган:

```
#include <cv.h>
#include <highgui.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

IplImage* image =0;
IplImage* src =0;

int main(int argc,char* argv[])
{
    // тасвир номи биринчи параметр билан берилмоқда
    char* filename = argc ==2? argv[1]:"Image0.jpg";
    // тасвирни оламиз
    image = cvLoadImage(filename,1);
    // тасвирни клонлаймиз (нусхалаймиз)
    src = cvCloneImage(image);

    printf("[i] image: %s\n", filename);
    assert( src !=0);

    // тасвирни намоиш қилиш учун ойна
    cvNamedWindow("original",CV_WINDOW_AUTOSIZE);

    // тасвирни кўрсатамиз
    cvShowImage("original",image);

    // тасвир тўғрисидаги ахборотларни (консол ойнасида) чиқарамиз
```

```

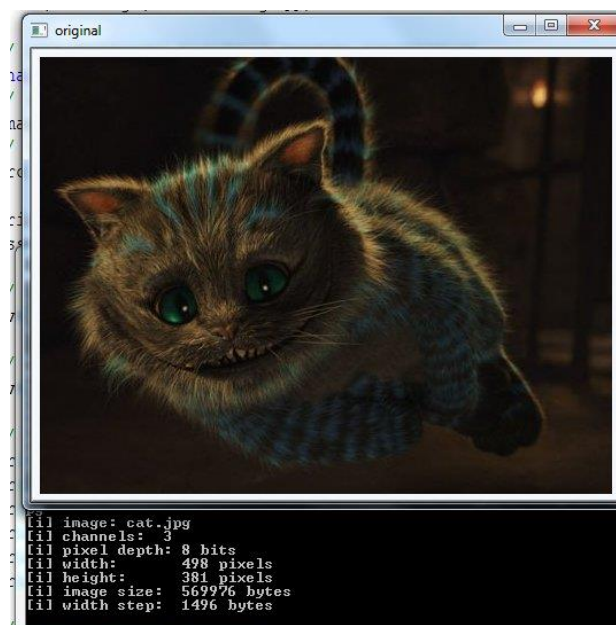
printf("[i] channels:  %d\n",      image->nChannels );
printf("[i] pixel depth: %d bits\n",  image->depth );
printf("[i] width:      %d pixels\n", image->width );
printf("[i] height:     %d pixels\n", image->height );
printf("[i] image size:  %d bytes\n", image->imageSize );
printf("[i] width step:  %d bytes\n", image->widthStep );

// тугма босилишини кутамиз
cvWaitKey(0);

// ресурсларни бўшатамиз
cvReleaseImage(& image);
cvReleaseImage(&src);
// ойнани щчирамиз
cvDestroyWindow("original");
return 0;
}

```

Натижа қуйидагича (6.3-расм.) бўлади:



6.3-расм. Тасвирни маълумотлари билан намоиш қилиш.

Кейинги дастур видео-файлни намоиш қилиш (овозсиз, ҳар бир кадрни кетма-кет кўрсатиш) учун хизмат қилади:

```

cvNamedWindow( "Example2", CV_WINDOW_AUTOSIZE ); // "Example2" намоиш ойнасини яратиш
CvCapture* capture = cvCreateFileCapture("d:\\video.avi"); // видеофайлни хотирага юклаш
IplImage* frame; // тасвир учун хотирадан жой ажратиш
while(1) { // тугалланмас такрорлаш жараёнини бошлаш (цикл боши)
    frame = cvQueryFrame( capture ); // видеодан битта кадрни (тасвирни) олиш
    if( !frame ) break; // агар тасвирни ололмаса, циклдан чиқиб кетиш
    cvShowImage( "Example2", frame ); // битта кадрни (тасвирни) намоиш қилиш
    char c = cvWaitKey(33); // 33 секунд кутиб туриш (кадрлар орасидаги вақт)
    if( c == 27 ) break; // агар Esc босилса, чиқиб кетиш
} // цикл охири
cvReleaseCapture( &capture ); // видеони хотирадан тозалаш
cvDestroyWindow( "Example2" ); // Example2 намоиш ойнасини хотирадан ўчириш

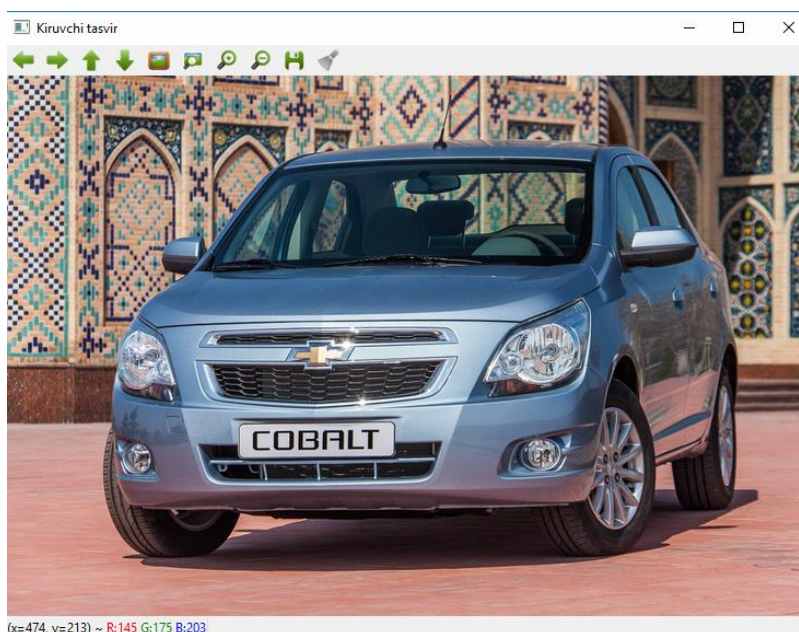
```

Қуйидаги функция эса, тасвирни Гауссли текислаш (фильтрлаш) учун хизмат қилади:

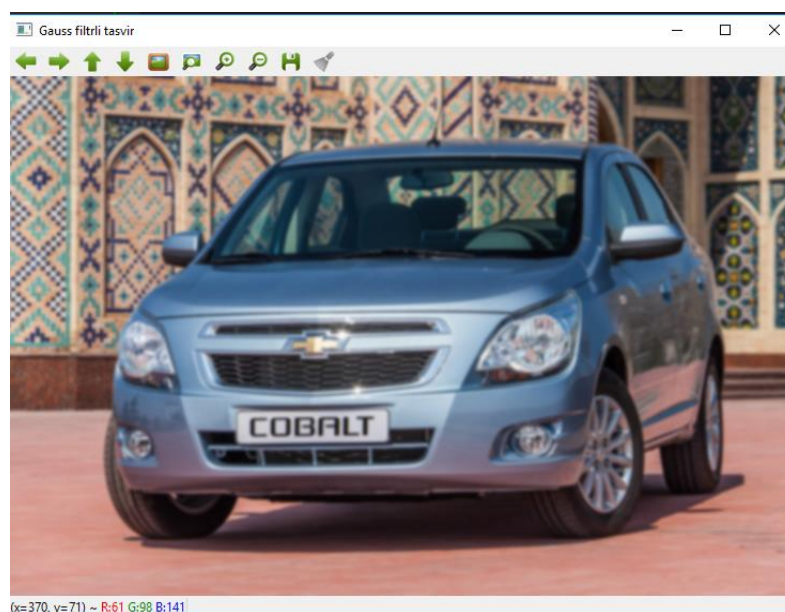
```
cvSmooth( image, out, CV_GAUSSIAN, 3, 3 ); // image кирувчи тасвир 3×3 ойна ўлчамида филтрланади  
// ва натижа тасвир out га берилади.
```

Қуйидаги дастур ёрдамида дастлабки тасвирни (6.4-расм) ҳамда уни 7×7 ойна ўлчамида филтрлаб (6.5-расм) намоиш қилинади:

```
IpImage* img = cvLoadImage("c:\\car\\2.jpeg");  
cvShowImage("Kiruvchi tasvir", img);  
IpImage* out = cvCreateImage(cvGetSize(img), IPL_DEPTH_8U, 3);  
cvSmooth( img, out, CV_GAUSSIAN, 7, 7 );  
cvShowImage("Gauss filtrli tasvir", out);  
cvWaitKey();
```



6.4-расм. Дастлабки тасвир.



6.5-расм. 7×7 Гаусс филтри қўлангандан сўнг.

3-TAJRIBA ISHI

Mavzu: Bo'laklash (segmentatsiya) usullari uchun amaliy dasturlar yaratish. Chegara (kontur) ajratish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.

Лаборатория машғулотининг мақсади: Тасвирни сегментациялаш (бўлаклаш) ва контур ажратиш дастурларини яратиш.

Reja:

- 1. Bo'laklash (segmentatsiya) usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.**
- 2. Chegara (kontur) ajratish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.**

1. Bo'laklash (segmentatsiya) usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.

Тасвирни сегментациялаш усуллари ҳақида маърузаларда батафсил маълумотлар берилган. Ушбу лабораторияда Borland Delphi ёки OpenCV библиотекасида фойдаланиб тасвирни сегментациялашнинг дастурини яратиш талаб этилади. Тасвирни сегментациялаш учун OpenCVнинг қуйидаги функцияларидан фойдаланиш мумкин.

```
cvPyrSegmentation(): void cvPyrSegmentation( IplImage* src, IplImage* dst,
CvMemStorage* storage, CvSeq** comp, int level, double threshold1, double threshold2 );
```

```
cvPyrSegmentation( src, dst, storage, &comp, 4, 200, 50 );
```

2. Chegara (kontur) ajratish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.

Тасвир контурларини аниқлашнинг турли усуллари мавжуд. Бу ҳақда маърузаларда батафсил маълумотлар берилган. Ушбу лабораторияда OpenCV библиотекасида фойдаланиб рақамли тасвирлар, хусусан видео-тасвирларнинг контур чизиқларини аниқлаш дастурини яратиш талаб этилади. Тасвир контурларини аниқлаш учун OpenCV нинг қуйидаги функцияларидан фойдаланиш мумкин:

```
int cvFindContours( IplImage* img, CvMemStorage* storage, CvSeq** firstContour,
int headerSize = sizeof(CvContour), CvContourRetrievalMode mode =
CV_RETR_LIST, CvChainApproxMethod method = CV_CHAIN_APPROX_SIMPLE
);
```

```
void cvDrawContours( CvArr* img, CvSeq* contour, CvScalar external_color,
CvScalar hole_color, int max_level, int thickness = 1, int line_type = 8, CvPoint
offset = cvPoint(0,0) );
```

```
cvSobel( const CvArr* src, CvArr* dst, int xorder, int yorder, int aperture_size =
3);
```

```
void cvLaplace( const CvArr* src, CvArr* dst, int apertureSize = 3 );
```

```
void cvCanny( const CvArr* img, CvArr* edges, double lowThresh, double
highThresh, int apertureSize = 3 );
```

4-TAJRIBA ISHI

Mavzu: Tasvirlar sifatini oshirish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish. Tasvirning belgilarini ajratish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish.

Лаборатория машғулотининг мақсади: Тасвир сифатини ошириш дастурини яратиш ва уни видеога қўллаш.

Reja:

1. Тасвир сифатини оширишда тайёр функциялардан фойдаланиш.
2. Чизикли тиниқлаш усули ёрдамида тасвир сифатини яхшилаш дастурини яратиш.

1. Тасвир сифатини оширишда тайёр функциялардан фойдаланиш.

Тасвир сифатини оширишнинг турли усуллари мавжуд. Бу ҳақда маърузаларда батафсил маълумотлар берилган. Ушбу лабораторияда OpenCV библиотекасида фойдаланиб рақамли тасвирлар, хусусан видео-тасвирларнинг сифатини яхшилаш дастурини яратиш талаб этилади. Тасвир сифатини яхшилаш учун OpenCV нинг қуйидаги функцияларидан фойдаланиш мумкин:

```
- cvNormalize(gray_img, stretched_img, 0, 255, CV_MINMAX);  
- blur( src, dst, Size( i, i ), Point(-1,-1) )  
- GaussianBlur( src, dst, Size( i, i ), 0, 0 )  
- medianBlur ( src, dst, i )  
- bilateralFilter ( src, dst, i, i*2, i/2 )
```

2. Чизикли тиниқлаш усули ёрдамида тасвир сифатини яхшилаш дастурини яратиш.

Қуйида чизикли тиниқлаш усули асосида кулранг тасвирни сифатини яхшилаш учун OpenCV C++ дастур коди келтирилган.

```
Mat linear_normalization(Mat &inp_gray){  
    Mat linear_gray;  
    int histog[256];  
    for (int i=0; i<256; i++) histog[i]=0;  
  
    int w = inp_gray.cols;  
    int h = inp_gray.rows;  
  
    for (int j=0; j<h; j++){  
        for (int i=0; i<w; i++){  
            int f = inp_gray.at<uchar>(j,i);  
            histog[f]++;  
        }  
    }  
  
    uchar min = 0, max = 0;  
    for (int i=0; i<256; i++){  
        if (histog[i]>0){  
            min=i;  
            break;  
        }  
    }  
}
```

```

for (int i=255; i>-1; i--)
    if (histog[i]>0){
        max=i;
        break;
    }

linear_gray=inp_gray;
for (int j=0; j<h; j++)
    for (int i=0; i<w; i++){
        uchar f = inp_gray.at<uchar>(j,i);

        f = 255 * (f - min) / (max - min);

        linear_gray.at<uchar>(j,i) = f;
    }
return linear_gray;
}

```

Юқоридаги дастурни рангли тасвирлар учун ҳам мослаш талаб этилади.

5-TAJRIBA ISHI

Mavzu: Affin almashtirishlari uchun amaliy dasturlar yaratish.

Лаборатория машғулотининг мақсади: Affin almashtirishlari asosida tasvirlarni o'zgartirish uchun dasturlar yaratish.

Reja:

1. Tayyor dasturiy paketlarda (masalan Paint) tasvirlar ustida Affin almashtirishlarni amalga oshirish.
2. OpenCV da Affin алмаштиришлар.

1. Tayyor dasturiy paketlarda (masalan Paint) tasvirlar ustida Affin almashtirishlarni amalga oshirish.

Бунда мавжуд дастурий пакетлар (масалан Paint, Photoshop va h.k.) да тасвирларни устида Аффин алмаштиришлари (буриш, масштаблаш ва ҳ.к.) амалга оширилади.

2. OpenCV da Affin алмаштиришлар.

Тасвирни буриш:

```

CvMat* cv2DRotationMatrix( CvPoint2D32f center, double angle, double scale,
CvMat* map_matrix );

```

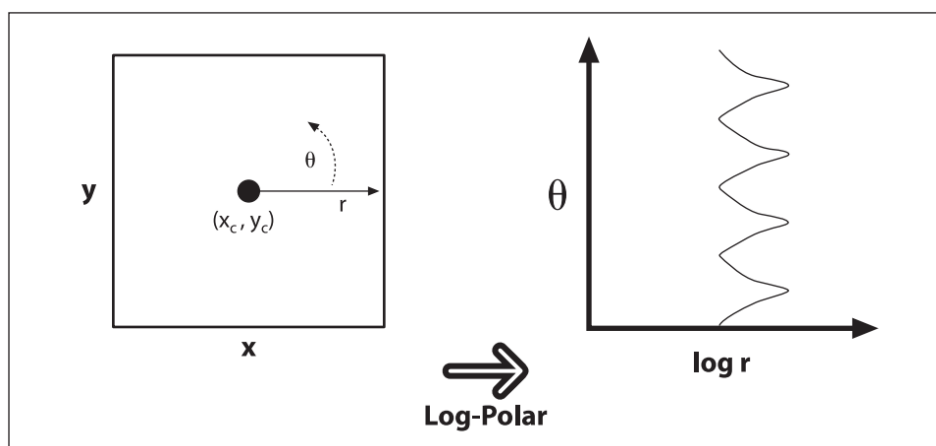
Поляр алмаштириш:

```

void cvLogPolar(const CvArr* src, CvArr* dst, CvPoint2D32f center, double m,
int flags = CV_INTER_LINEAR | CV_WARP_FILL_OUTLIERS );

```

Поляр алмаштириш деб, марказдаги нуқтага нисбатан қаралаётган нуқта(пиксел) нинг жойлашув координатаси бўйича бурчаги - θ ва масофасини - r кўрсатувчи янги фазога айтилади (4.9-расм).



4.9-расм. Поляр алмаштириш схемаси.

Дискрет-косинус алмаштириш:

```
void cvDCT( const CvArr* src, CvArr* dst, int flags );
```

Масофавий алмаштириш:

```
Void cvDistTransform(const CvArr* src,CvArr* dst,int distance_type = CV_DIST_L2,  
int mask_size = 3,const float* kernel = NULL,CvArr* labels = NULL);
```

Гистограммали тўғрилаш:

```
void cvEqualizeHist( const CvArr* src, CvArr* dst );
```

6-TAJRIBA ISHI

Mavzu: Belgilarni taqqoslash va obrazlarni tanib olish usullari uchun amaliy dasturlar yaratish. Yaratilgan qism dasturlar asosida amaliy dasturlar paketini yaratish.

Лаборатория машғулотининг мақсади: Тасвирнинг идентификацион белгиларни таққослаш ва таҳлил қилиш дастурини яратиш.

Белгиларни таққослаш масаласи математик формулалар асосида амалга оширилади. Бу тўғрисида маърузаларда маълумотлар берилган. Ушбу лабораторияда энг кўп қўлланиладиган таққослаш формулаларидан ҳисобланган корреляцион таҳлилдан фойдаланиш кўзда тутилади. Ушбу лабораторияни бажариш учун OpenCV библиотекаси ва Qt Creator C++ фреймворк билан ишлаш тавсия этилади.

$\{A_{ij}\}_{m \times n}$ ва $\{B_{ij}\}_{m \times n}$ кўринишидаги матрица (тасвир) учун КК қуйидагича ҳисобланади:

$$Cor_{mat} = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \bar{A}_{ij} \cdot \bar{B}_{ij}}{\sqrt{\left(\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \bar{A}_{ij}^2\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \bar{B}_{ij}^2\right)}},$$

бу ерда

$$\bar{A}_{ij} = \left\{ (A_{ij} - MA) \right\}_{j=1, N}^{i=1, M}, \quad \bar{B}_{ij} = \left\{ (B_{ij} - MB) \right\}_{j=1, N}^{i=1, M},$$
$$MA = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N x_{ij}, \quad MB = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N y_{ij}.$$

Корреляция натижаси -1 ва +1 оралиғида бўлади. Натижанинг етарлича катта бўлиши, яъни +1 га яқин келиши таққосланаётган вектор ёки матрицаларни ўхшашлигидан далолат беради.

Лаборатория топшириғи: Дастурлаш воситаларидан фойдаланиб, корреляцион таҳлил асосида иккита юз матрицаси таққослансин. Юз тасвири талабанинг шахсий фотосурати бўлиши тавсия этилади.

Adabiyotlar ro'yhati

A s o s i y

1. А.Н.Кишик «Adobe Photoshop 7.0», Москва, «Санкт-Петербург», Киев, 2003 г.
2. Форсайт Д. А., Понс Дж. Компьютерное зрение. Современный подход. -М.: Вильямс, 2004. -926 с.
3. Грузман И.С., Киричук В.С. и др. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – 168 с.
4. Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods. Digital Image Processing, Prentice Hall. -2002. - 793 p.
5. Pratt, William K. Digital image processing : PIKS Scientific inside / William K. Pratt.—, 4th ed. – 2007. – 782 p.
6. Гонсалес Р., Вудс Р., Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005, 2006. — 1072 с.
7. Джордж Стокман, Линда Шапиро. Компьютерное зрение = Computer Vision. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. — 752 с.
8. Красильников Н. Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений; БХВ-Петербург - Москва, 2011. - 608 с.
9. М.Т.Tuxtasinov, S.R.Komilov. Tasvirlarga raqamli ishlov berish. O'quv qo'llanma, Namangan, 2023 y., 160 b.

Qo'shimcha

10. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. -СПб.: Политехника, 2001. -240 с.
11. А.Богумирский «Эффективная работа на IBM PC» ,ФиС, Москва, 1998 г.
12. А.Е.Борзенко, К.Ахметов «Современный персональный компьютер», Санкт - Петербург, Компютерпресс, 1997 г.
13. Маликов М.Н. Методы выделения информативных элементов и линейчатых структур на полутоновых изображениях, дис-я на к.т.н., Ташкент-1993.
14. Садыков С.С. Разработка и исследование алгоритма и устройства идеализации изображений письменных знаков, дис-я на к.т.н., Ташкент-1973.
15. Содиқов С.С., Маликов М.Н. Тасвирларга сонли ишлов бериш асослари. –Тошкент: «Кибернетика» ИИЧБ, 1994. -147 б.
16. Садыков С.С. Цифровая обработка и анализ изображений. – Ташкент: НПО «Кибернетика» АН РУз, -1994. 193 с.
17. Самандаров И.Р. Алгоритмы предварительной обработки и выделения структурных признаков изображений для их анализа и распознавания, дис-я на к.т.н., Ташкент-1986.
18. Тўхтасинов М.Т. Шахсни идентификация қилишда юз тасвирларига дастлабки ишлов бериш алгоритмлари. Техника фанлари номзоди илмий даражасини олиш учун тақдим этилган диссертация, Тошкент, 2007 й.

Internet saytlari

19. <http://www.computergraphics.ru>
20. <http://opencv.org>
21. <http://www.jpeg.org>
22. <http://www.boutell.com/faq/>
23. <http://www.servtech.com/public/dougg/graphics/index.html>
24. <http://www.webreference.com/dev/graphics>.
25. <http://www.the-light.com/netcol.html>
26. <http://www.intuit.ru>