

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Утегенқызы Наргиза

Цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері

Дипломдық жобаға

**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5В071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

тех.ғыл.канд-ы

 Е.Таштай

« 06 » 03 2019 ж.

Дипломдық жобаға

### ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

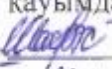
Тақырыбы: Цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері


5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығы

Орындаған:



Утегенкызы Наргиза

Рецензия беруші  
ҚазҰАУ, ЭҮЖА каф.  
меңгерушісі, доктор PhD.,  
қауымдастырылған профессор  
 Ж.С. Шыныбай  
« 29 » 07 2019 ж.

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒТ каф PhD докторы,  
сениор-лектор  
 Қ.Н. Тайсариева  
« 02 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты


Электроника, телекоммуникация және ғарыш технологиялар кафедрасы

5B071900 – Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

тех.ғыл.канд-ы

 Е.Таштай

« 09 » / 02 2019 ж.

**Дипломдық жоба орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Утегенқызы Наргиза

Тақырыбы Цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері

Университет ректорының “ 16 ” 10 № 1162-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі “ ” ” 2019ж.

Жұмыстың бастапқы мәліметтері: Үздіксіз бейнелерді дискреттеу және кванттау, үздіксіз бейнелерді дискретизациялау, элементтік түрлендіру арқылы бейнелердің визуалды сапасын жақсарту

1) Битальды түрлендіру арқылы цифрлық бейнелердің көрнекі сапасын жақсарту

2) Цифрлы бейнелердің өңдеу тапсырмаларын қарау. Деректерді қысу кезінде пайдаланылатын кескіндерді жіктеу

3) Сандық кескінді өңдеу жүйелерінің экономикалық маңыздылығы

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)


Сызбалық материалдар \_\_\_ слайдпен көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 14


дипломдық жұмысты (жобаны) дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Цифрлы бейнелерді дискреттеу және кванттау	8.02.2019	мақ
Цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері	22.03.2019	мақ
Техникалық есептеулер	21.04.2019	мақ

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау	Тайсариева Қ.Н. PhD., докторы, сениор лектор	02.05.2019	

Ғылыми жетекшісі  Қ.Н. Тайсариева  
(қолы)

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Н.Утегенқызы

Күні "02" 05 2019 ж.

## АНДАТПА

Дипломдық жұмыста сандық бейнелерді өңдеу әдістері келтірілген. Ақпараттық жүйелерде алынған бейнелер өте сирек сандық формаға ие. Сондықтан оларды осы түрге түрлендіру, Егер сандық өңдеуді, беруді, сақтауды пайдалану ұйғарылса, міндетті операция болып табылады.

Сонымен қатар, бейнелерді сүзу, оңтайлы сызықты сүзу, аддитивті ақшудың және т. б. болған кезде бейнелерді маскалық сүзу қарастырылған. Осылайша, MATLAB жүйесі сигналдар мен бейнелерді өңдеу тәсілдерін зерттеу үшін кең мүмкіндіктер береді. Сонымен қатар, оның көмегімен кіріс сигналының сипаттамасын алуға болады. Бейне үшін бұл гистограмма болады. Гистограмма бейненің негізгі сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік береді, пиксельдердің мәндерінің қалай таралғанын түсінуге мүмкіндік береді.

## АННОТАЦИЯ

В дипломной работе приведены методы обработки цифровых изображений. Очень редко изображения, получаемые в информационных системах, имеют цифровую форму. Поэтому их преобразование к этому виду является обязательной операцией, если предполагается использовать цифровую обработку, передачу, хранение.

А также рассмотрены фильтрация изображений, оптимальная линейная фильтрация, масочная фильтрация изображений при наличии аддитивного белого шума и т.г. По этим методом промоделировано обработки в среде MATLAB. Таким образом, система MATLAB предоставляет широкие возможности для изучения способов обработки сигналов и изображений. Кроме того, с его помощью можно получить характеристики входного сигнала. Для изображения это будет гистограмма. Гистограмма позволяет определить основные характеристики изображения, понять, как распределены значения пикселей.

## ANNOTATION

In the thesis work out the methods of processing digital images. Very rarely, images obtained in information systems have a digital form. Therefore, their conversion to this form is mandatory if it is intended to use digital processing, transmission, storage. And also the filtration of images, optimal linear filtration, masking filtering of images in the presence of additive white noise and so on are considered. By this method, the processing in the MATLAB medium is simulated.

Thus, the MATLAB system provides ample opportunities for studying the methods of processing signals and images. In addition, with its help you can get the characteristics of the input signal. For the image, this will be a histogram. The histogram allows you to determine the basic characteristics of the image, to understand how the pixel values are distributed.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Үздіксіз бейнелерді дискреттеу және кванттау	10
1.1 Үздіксіз бейнелерді дискретизациялау	10
1.2 Бейнелерді кванттау	14
2 Элементтік түрлендіру арқылы бейнелердің визуалды сапасын жақсарту	18
2.1 Сызықты бейне контрасты	19
2.2 Бейненің соляризациясы	20
2.3 Бейнені бөлшектеу	21
2.4 Гистограммаларды түрлендіру, эквализация	25
3 Бейнелерді сүзу	30
3.1 Оңтайлы сызықтық сүзу	31
3.2 Аддитивті ақ шу болған кезде бейнелерді маскалық сүзу	35
3.3 Бейнелерді рекурренттік каузалды сүзу	38
3.4 Бейнелерді өңдеу бойынша есептерді шолу. Деректерді қысуда қолданылатын бейнелерді жіктеу	41
Қорытынды	51
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	52



## КІРІСПЕ

Цифрлық кескінді өңдеу - әр түрлі ақпараттық жүйелерде: радар, байланыс, теледидар және т.б. кеңінен қолданылатын қарқынды дамып келе жатқан ғылыми сала.

Сандық кескінді өңдеу өнеркәсіптің барлық салаларында кеңінен қолданылады. Оны жиі пайдалану сапалы жаңа технологиялық деңгейге жетуге мүмкіндік береді. Мұнда ең күрделі мәселелер өндірістік үрдістерді басқару үдерісінде шешімдер қабылдау үшін негіз болып табылатын, имиджден автоматты түрде алу және ақпаратты түсіндіруге байланысты.

Автоматты талдау үшін күрделі және бейнені қалыптастыру шарттарымен ғана емес, оны кейіннен өңдеу әдістерімен, сондай-ақ одан алынатын ақпаратты пайдалану мақсаттарымен анықталатын көптеген қасиеттерге ие. [1]

Әдетте, бейнені сипаттау үшін таңдалған формальды белгілердің кейбір жиынтығы қолданылады. Алайда, нақты бейненің қасиеттерінің алуан түрлілігін ескере отырып, оны неғұрлым дәл сипаттау үшін, демек – ондағы ақпаратты неғұрлым толық пайдалану үшін белгілер жүйесі туралы айту керек. Бұл жүйеге негізгі талап-оның қасиеттерінің барлық аспектілерінде талданатын бейнені сипаттайтын әр текті белгілер жиынтығын күрделі көп деңгейлі ұйымдастырудың тұтастығы болып табылады.

Мұндай сипаттаманы құрудың бір ерекшелігі әртүрлі белгілер топтарының көп санымен, сондай-ақ оларды иерархиялық ретке келтірудің көптеген нұсқаларымен анықталады. Кескін белгілерінің иерархиялық реттелген жүйесінің басты ерекшелігі тек бүкіл жүйе үшін ғана емес, оның әрбір иерархиялық деңгейінде де (яғни белгілердің әрбір жеке тобы үшін) тұтастықтың көрінісі болуы тиіс. Бұл талданатын бейненің жаңа, көрінбейтін қасиеттерін оқшауланған жағдайда жоқ жүйенің әрбір элементінің жаңа сапаларын алу есебінен ашуға мүмкіндік береді.

Ақпарат алуға, өңдеуге, сақтауға және таратуға байланысты технологиялардың көптеген салалары қазіргі уақытта ақпарат бейнелердің сипатына ие болатын жүйелерді дамытуға бағытталған. Екі өлшемді сигнал ретінде қарастыруға болатын бейне әдеттегі бір өлшемді (уақытша) сигналдан гөрі әлдеқайда ауқымды ақпараттық тасымалдаушы болып табылады. Сонымен қатар, көрнекі деректермен жұмыс істеу кезінде ғылыми және инженерлік проблемаларды шешу белгілі бір әдістерді білуге негізделген арнайы күш салуды талап етеді, өйткені бұл жағдайда бір өлшемді сигналдар мен жүйелердің дәстүрлі идеологиясы өте қолайлы емес. Бұл әсіресе қазіргі кезде ғылым мен техникада шешілмеген және көрнекі ақпаратты пайдалану арқылы шешілетін мәселелерді шешетін ақпараттық жүйелердің жаңа түрлерін жасауда айқын көрінеді.

### 1 Үздіксіз бейнелерді дискреттеу және кванттау

Ақпараттық жүйелерде алынған бейнелер өте сирек сандық формаға ие. Сондықтан оларды түрлендіру - цифрлық өңдеуді, беруді, сақтауды қолдануға арналған болса, міндетті операция болып табылады. Бір өлшемді сигналдар сияқты, бұл түрлендіру екі процедураны қамтиды. Біріншіден, үздіксіз кадрды дискретпен ауыстыру немесе әдетте дискреттеу деп аталады, ал екіншісі кванттық мәндер жиыны бар үздіксіз жарықтық мәндерінің жиынтығын ауыстырады және кванттау деп аталады. Сандық бейнеде әрбір квантталған жарықтылық мәндерінің екілік санына сәйкес қойылады, ЭЕМ-ге бейнені енгізу мүмкіндігіне қол жеткізіледі. [2]

Әдеттегі сигналдармен салыстырғанда бейненің екі өлшемді сипаты алынған сандық деректер көлемін қысқарту мақсатында сандық көріністі оңтайландырудың қосымша мүмкіндіктерінен тұрады. Осыған байланысты кванттау деңгейлерін ең жақсы орналастыру туралы, сондай-ақ әртүрлі растрларды пайдалану туралы мәселе, осы міндеттің басқа да аспектілері зерделенді. Алайда, көп жағдайларда, тәжірибеде тік бұрышты растрды пайдалануға негізделген дискретизацияны және жарықтықты біркелкі кванттауды қолданады деп айту керек. Бұл тиісті операцияларды орындаудың қарапайымдылығымен және оңтайлы түрлендірулерді пайдаланудың аздаған артықшылықтарымен байланысты. Тіктөртбұрышты растрды соңғы түрінде пайдаланған кезде, сандық бейне әдетте жолдар мен бағандар бейненің жолдары мен бағандарына сәйкес келетін матрицаны білдіреді.

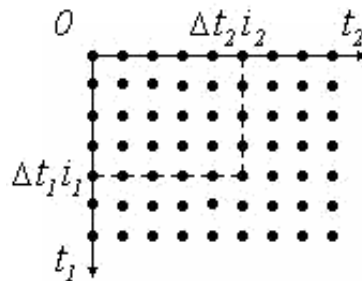
### 1.1 Үздіксіз бейнелерді дискретизациялау

Үздіксіз суретті дискретті етіп ауыстыруға болады. Мысалы, ортогоналды функциялардың қандай да бір жүйесін тандап, осы жүйе бойынша (Базис бойынша) суретті көрсету коэффициенттерін есептеп, бейнені алмастыруға болады. Базистердің көптүрлілігі үздіксіз бейненің әртүрлі дискретті көріністерінің пайда болуына мүмкіндік береді. Алайда, ең көп қолданылатын мерзімді дискретизация болып табылады, атап айтқанда, жоғарыда айтылғандай, тік бұрышты растрмен дискретизация. Дискретизацияның мұндай тәсілі ортогоналды базисті қолдану нұсқаларының бірі ретінде қарастырылуы мүмкін. Одан әрі, негізінен, тікбұрышты дискретизацияның негізгі ерекшеліктерін егжей-тегжейлі қарастырайық.

$x_n(t_1, t_2)$  -  $X_n(t_1, t_2)$  үздіксіз бейне болсын және  $x(i_1, i_2)$  сәйкес болсын ол үздіксіз тікбұрышты іріктеу арқылы алынған дискретті болып табылады. бұл дегеніміз, олардың арасындағы байланыс анықтамамен анықталады:

$$x(i_1, i_2) = x_H(i_1 \Delta t_1, i_2 \Delta t_2), \quad (1.1)$$

мұнда  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$  - тиісінше тік және көлденең қадамдар немесе дискреттеу интервалдары. 1.1 сурет-тік бұрышты дискретизация кезінде есептеудің жазықтықтағы  $(t_1, t_2)$  орналасуын бейнелейді.



Сурет 1.1-Тікбұрышты дискреттеу кезінде санаудың орналасуы

Үздіксіз кескінді дискретті кескінге ауыстыру кезінде туындайтын негізгі сұрақ - мұндай ауыстырудың аяқталу жағдайларын анықтау, яғни. үздіксіз сигналда қамтылған ақпаратты жоғалтумен бірге жүрмейді. Дискретті сигналы бар болса үздіксіз қалпына келтіру мүмкін болса, шығындар жоқ болады. Математикалық тұрғыдан алғанда, мәселе, оның мәндері белгілі болатын немесе басқаша айтқанда, екі өлшемді интерполяция жасау үшін түйіндер арасындағы екі өлшемді аралығындағы тұрақты сигналды қалпына келтіру болып табылады. Бұл сұраққа үздіксіз және дискретті бейнелердің спектральды қасиеттерін талдау арқылы жауап беруге болады.

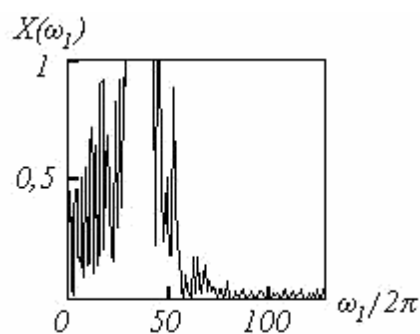
Егер сигналдың екі өлшемді спектрі ақырлы болса және іріктеу аралығы жеткіліксіз болса, біз бұл нәтижелердің жарамды екенін тағы бір рет атап өтеміз. Егер осы шарттардың кем дегенде біреуі орындалмаса, қорытындылардың жарамдылығы бұзылады. Шынайы бейнелер сирек шекара жиіліктері бар спектрлерге ие. Шексіз спектрге әкелетін себептердің бірі кескіннің шектеулі мөлшері болып табылады. Осы себепті  $S(k_1, k_2)$  аймақтарының әрқайсысына қосу кезінде көршілес спектральды аймақтардан терминдердің қолданысы пайда болады. Сонымен қатар үздіксіз бейнені қалпына келтіру мүмкін емес. Атап айтқанда, фильтрдің тікбұрышты жиіліктік реакциясының дұрыс қалпына келтірілуіне және пайдаланылуына әкелмейді.

Есептеу арасындағы аралықтағы бейнені оңтайлы қалпына келтіру ерекшелігі-бұл процедурамен ұйғарылғандай, дискретті бейненің барлық есептеуін пайдалану болып табылады. Бұл әрдайым ыңғайлы емес, дискретті мәндердің аз санына сүйене отырып, жергілікті аймақта сигналды жиі қалпына келтіру қажет. Мұндай жағдайларда әртүрлі интерполяциялық функциялардың көмегімен квазиоптималдық қалпына келтіруді қолданған жөн. Мұндай міндет, мысалы, екі бейнені байланыстыру проблемасын

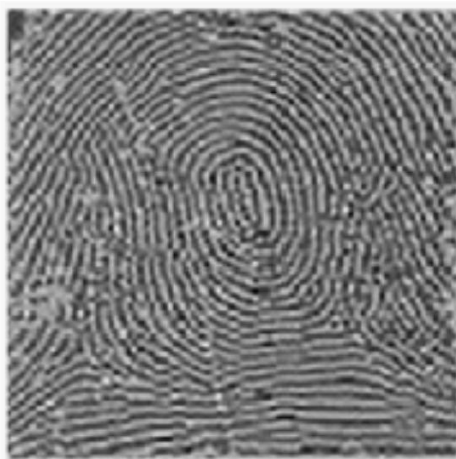
шешкен кезде, осы суреттердің геометриялық бөлшектеріне байланысты олардың бірінің есептеулері басқа тораптар арасындағы аралықтағы кейбір нүктелерге сәйкес келуі мүмкін. Бұл міндетті шешу осы құралдың келесі бөлімдерінде толығырақ талқыланады.



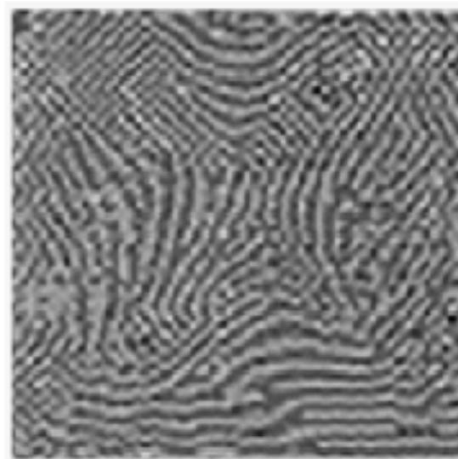
а)



б)



в)



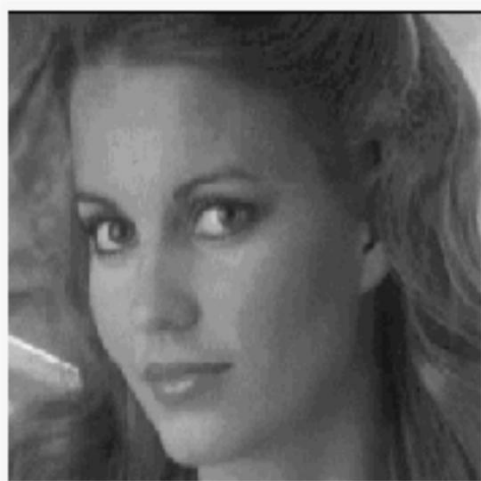
г)

Сурет 1.2-дискреттеу аралығының «Саусақ ізінің» суретін қалпына келтіруге әсері

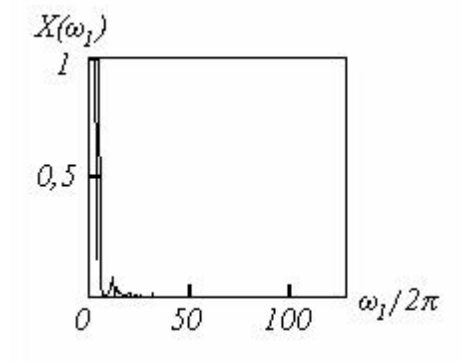
Сурет 1.2 суреттерді қалпына келтіру интервалдарының әсерін суреттейді. Саусақ ізі болып табылатын түпнұсқалық кескін 1.2.а. суретте көрсетілген және қалыпты спектрдің бөлімдерінің бірі 1.2.б суретте көрсетілген.. Бұл кескін дискретті және  $\omega_{1гр}=2\pi \cdot 128$  мәні кесу жиілігі ретінде пайдаланылады. 1.2.б-суретте көрсетілгендей, бұл жиілікте спектрдің мәні өте аз, бұл жоғары сапалы қалпына келтіруге кепілдік береді. Шындығында, суреттегі 1.2.а суретте көрсетілген сурет тұрақты бейнені қалпына келтірудің нәтижесі болып табылады және монитор немесе принтер қалпына келтіру сүзгісінің рөлін орындайды. Бұл тұрғыда 1,2-суретті бейнелеу үздіксіз деп санауға болады.

1.2 в,г сурет дискретизация интервалдарын дұрыс таңдаудан салдарларын көрсетеді. Сурет 1.2 в олар алынған кезде үздіксіз бейнені "дискретизациялау" жүзеге асырылды. Ал оны санауды сирету арқылы әр координатасы бойынша дискретизация қадамының үшке, ал 1.2 г сурет - төрт есе өсуіне сәйкес келеді. Егер шекаралық жиіліктердің мәндері сол саннан

төмен болса, бұл мүмкін болар еді. Шын мәнінде, 1.2б суретте көрсетілгендей талаптардың бұзылуы, әсіресе төрт рет сирету кезінде қатаң. Сондықтан алгоритмнің көмегімен қалпына келтірілген суреттер тек қана өлшеніп қана қоймай, сонымен қатар таңбаның текстурасын қатты бұрмалайды.



а)



б)



в)



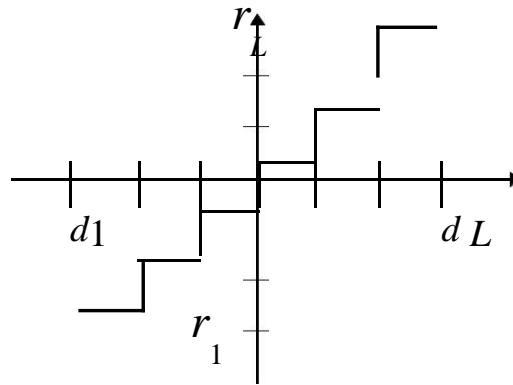
г)

Сурет 1.3 - Суреттеу аралығының кескінді қалпына келтіру әсері «Портрет»

1.3-суретте «портрет» түрінің бейнесі үшін алынған нәтижелердің ұқсас сериясы көрсетілген. Қуатты жұтудың әсері (1.3 в-суретте төрт рет және 1.3г-суретте алты рет) негізінен айқындықты жоғалтуда көрінеді. Субъективті түрде жоғалту сапасы 1,2-суретке қарағанда анағұрлым маңызды. Бұл саусақ таңбасының бейнесіне қарағанда спектрдің әлдеқайда кіші енімен түсіндіріледі. [3]. Бастапқы кескіннің дискреттеуі кескін жиілігі  $\omega_{1gr} = 2\pi 86$ -ға сәйкес келеді. 1.3.б-суретте көрсетілгендей, бұл мән шын мәнінен  $\omega_{1gr}$  қарағанда әлдеқайда жоғары. Сондықтан суреттегі аралықтың артуы, суреттегі 1.2.в, г-да суреттеледі, бірақ суретті нашарлатады, алдыңғы мысалдағыдай жойқын салдарға әкеп соқпайды.

## 1.2 Бейнелерді кванттау

Бейнелерді сандық өңдеу кезінде жарықтық мәндерінің үздіксіз динамикалық диапазоны дискретті деңгейлерге бөлінеді. Бұл процедура кванттау деп аталады. Кванттаушы үздіксіз айнымалыны  $x$  дискретті айнымалысына түрлендіреді  $\{r_1, \dots, r_L\}$ . Бұл мәндер кванттау деңгейлері деп аталады. Жалпы жағдайда түрлендіру сатылы функциямен көрсетіледі. Егер  $x$  кескін санаудың жарықтығы  $(d_j, d_{j+1}]$  аралығына (яғни,  $d_j < x \leq d_{j+1}$ ) тиесілі болса, онда бастапқы санау  $j$ , мұнда  $d_j, j = 1, L+1$  -- кванттау шегі деңгейіне ауыстырылады. Бұл жағдайда жарықтылық мәндерінің динамикалық диапазоны шектеулі және  $[d_1, d_{L+1}]$  тең деп есептеледі.



Сурет 1.4 - Кванттауды сипаттайтын функция

Динамикалық диапазон функциясы бірдей аралықтарға. Алайда, мұндай шешім ең жақсы емес [4]. Егер көптеген кескін есептерінің жарықтық мәндері топтастырылса, мысалы, "Қараңғы" аймақта және  $L$  деңгейлердің саны шектеулі болса, онда біркелкі емес кванттау қажет. "Қараңғы" облыста жиі квантациялануы керек, ал "ашық" жерде сирек. Бұл кванттау қатесін азайтуға мүмкіндік береді.

$$\varepsilon = x - x_{кв} \quad (1.1)$$

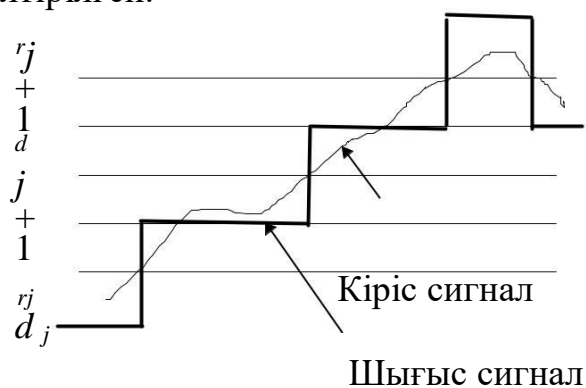
Квантаторды құру есебі  $d_j$  шегі мен  $r_j$  деңгейлерін анықтаудан тұрады. Бұл мәселені шешудің қарапайым тәсілі былайша бөлуден тұрады, квантатшыны құру міндетін кейбір оңтайландыру критерийлерін қанағаттандыратын  $d_j$  және  $r_j$  оңтайлы мәндерін табу міндеті ретінде тұжырымдауға болады. Әдетте деңгейлердің тіркелген саны кезінде квантователь ең төменгі орташа квадраттық қатенің өлшемі бойынша оңтайландырылады

$$E\{\varepsilon^2\} = E\{(x - x_{кв})^2\} = \min_{\{d_j, r_j\}} \quad (1.3)$$

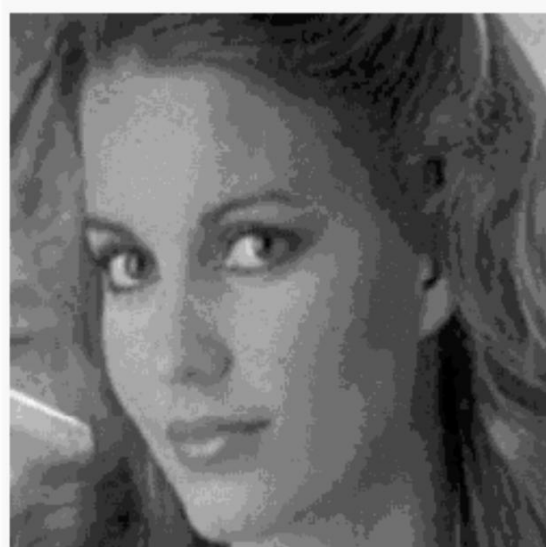
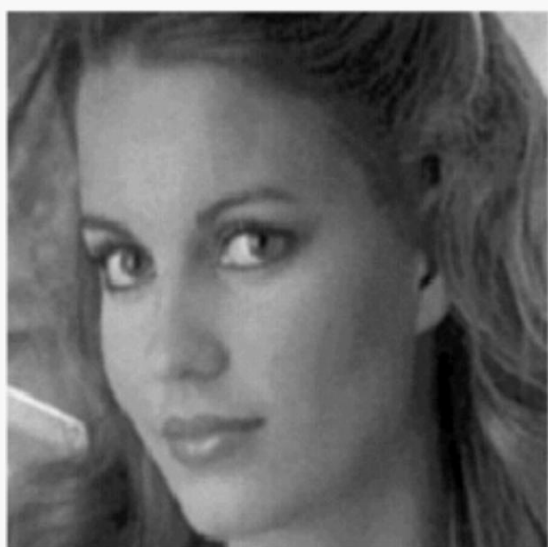
бұл жарықтық  $x$  - белгілі ықтималдық тығыздығы  $w(x)$  кездейсоқ айнымалы.

Суреттерді өңдеудің цифрлы жүйесі кванттау деңгейлері мен шектерінің санын азайтады компьютердегі сандық үлгілерді білдіретін екілік код сөзінің ұзындығы олардың санына байланысты. Алайда  $L$  саны салыстырмалы түрде аз болған кезде кванттық кескінде жалған контур пайда болады. Олар жарықтығы күрт өзгеруінің нәтижесінде пайда болады және әсіресе оның өзгеруінің нәзік бөліктерінде байқалады..

Жалған контурлар бейненің визуалды сапасын едәуір нашарлатады, себебі адамның көруі әсіресе контурларға сезімтал. Типтік бейнелерді біркелкі кванттауда кемінде 64 деңгей талап етіледі. 1.6 а және 1.6.б суретте кванттаудың 256 және 14 деңгейіне сәйкес "Портрет" суретін біркелкі кванттау нәтижелері келтірілген.

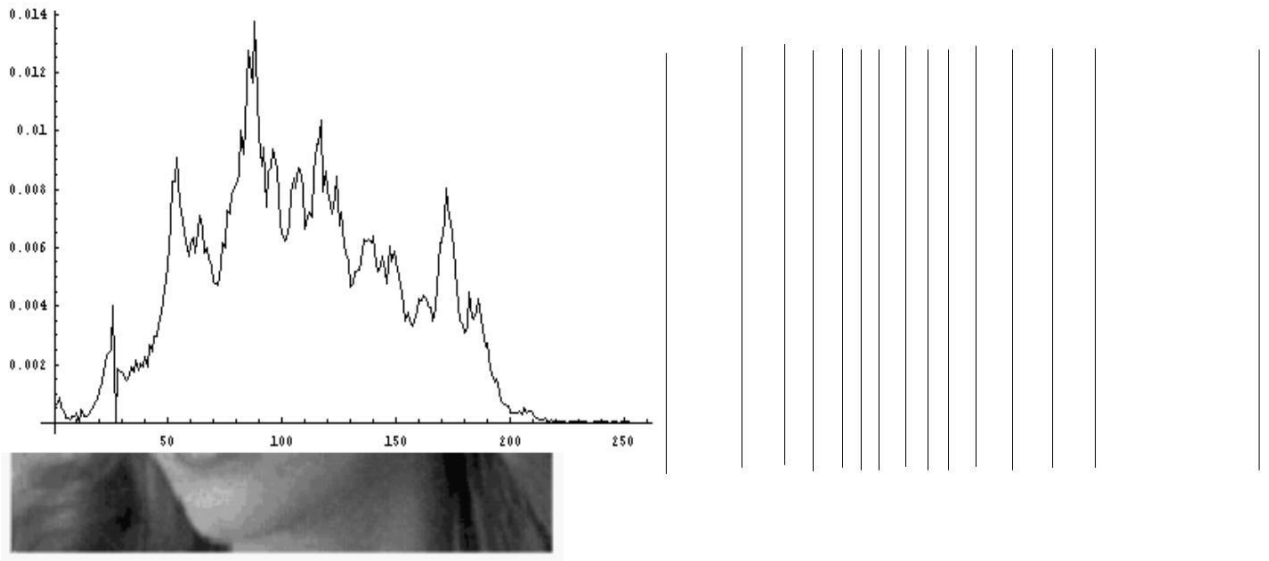


Сурет 1.5 -Жалған контурлардың пайда болу механизмі



- а)
- б)

Сурет 1.6 - Біркелкі кванттаудың нәтижелері



Сурет 1.7 -Біркелкі емес кванттаудың нәтижесі

1.6 б суреттегі суреттің қараңғы бөліктерінде, жалған контурлар байқалады. Ллойд-Макстың квантаторларын пайдалану олардың деңгейін айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, "Портрет" суретінің жарықтылық гистограммасы кванттаудың 256 деңгейі кезінде берілген және  $L+1=15$  кезінде  $d_j$  табалдырықтары белгіленген. Суретте санаудың жарықтылық мәндері топтастырылған динамикалық диапазонның аймақтары жиі квантталады.

Стандартты АСТ арқылы орындалуы мүмкін емес біртектес кванттауды болдырмау үшін сызықты емес түрлендірулер қолданылады. Бастапқы суреттің үлгісі сызықтық емес трансформациядан өтіп, қайта жасалған үлгілердің у ықтималдық тығыздығын біркелкі ету үшін, яғни теңдестіру рәсім орындалады. Сонда у үлгілері біркелкі қадаммен квантталады және кері сызықты емес трансформацияға ұшырайды.



Сурет 1.8 -" Портрет"-ке жасалған кванттау гистограммасы

Жалған контурларды бұзғаны үшін, Робертс жарықтық үлгілеріне бірыңғай кванттау алдында ықтималдықтың біркелкі тығыздығы бар шуды



қосуды ұсынды. Қосылған шу кейбір кескін үлгілерін жоғары деңгейге, ал басқалары төмен деңгейге дейін аударады. Осылайша, жалған контурлар жойылады [5]. Қосылған шудың дисперсиясы суреттегі «қар» деп қабылданған бұрмалануды тудырмауға және сонымен бірге жалған контурларды жоюға жеткілікті болуы керек. Әдетте,  $[-\Delta / 2, \Delta / 2]$  аралықта біркелкі бөлінген шу пайдаланылады. Шуылдың алдын-ала қосылуы кезінде «Портреттің» 14 және 8 сурет деңгейлерінде бірыңғай кванттаудың нәтижелері 1.10 а және 1.10.б. суреттерінде көрсетілген. 8 кванттау деңгейінде қосымша шу тым қатты байқалады, алайда жалған контурлар толығымен жойылады.

## 2 Элементтік түрлендіру арқылы бейнелердің визуалды сапасын жақсарту

Ақпараттық жүйелердің көп саны бақылаушының пайдалануы үшін экранға шығарылатын бейне түрінде деректерді өңдеу нәтижелерін ұсыну қолданылады. Мұндай көріністі қамтамасыз ететін рәсім визуализация деп аталады. Өңдеу арқылы шығарылған бейнеге оның қабылдауы мүмкіндігінше ыңғайлы болатын қасиеттерді беру қажет. Жиі байқалатын суреттің субъективті қабылдауын жақсарту мақсатында қандай да бір ерекшеліктерін, нюанстарын күшейту керек.

Соңғысы-қабылдаудың субъективтілігі-осы мақсаттарға қол жеткізуде формальды тәсілді қолдануды қиындатады. Сондықтан визуализация үшін суреттерді өңдеу кезінде оптималдылықтың қатаң математикалық критерийлері жоқ әдістердің таралуына ие болды. Олар нәтижелерді субъективті бағалауға сүйенетін қандай да бір өңдеудің орындылығы туралы сапалы түсініктерді алмастырады.

Әрбір кадр нүктесінде нәтиже алу үшін өңдеу процедураларының басым көпшілігі өңделетін нүктені қоршаған бастапқы сурет нүктелерінің кейбір жиынынан кіріс деректерді тартады. Алайда, элементтік өңдеу деп аталатын рәсімдер тобы бар. Мұнда кез келген кадр нүктесінде өңдеу нәтижесі сол нүктедегі кіріс суретінің мәніне ғана байланысты. Мұндай процедуралардың айқын артықшылығы олардың шекті қарапайымдылығы болып табылады. Сонымен қатар, олардың көпшілігі көзбен шолу сапасын айқын субъективті жақсартуға әкеледі. Осымен элементтік рәсімдерге бөлінетін көңіл анықталады. Олардың рөлдерін асыра көрсетпестен, суретті өңдеудің күрделі есебін шешу кезінде қорытынды кезең ретінде жиі қолданылады [7].

Бейнелерді элементтік өңдеудің мәні келесіге түседі.  $x(i, j) = x_{i,j}$ ,  $y(i, j) = y_{i,j}$  -Декарттық координаттары бар кадр нүктесінде  $i$  (жол нөмірі)  $j$  (баған нөмірі) өңдеуден кейін бастапқы және алынатын бейнелердің жарықтылық мәндері болсын. Элементтік өңдеу осы жарықтар арасында функционалдық бір мәнді тәуелділік бар дегенді білдіреді

$$y_{i,j} = f_{i,j}(x_{i,j}), \quad (2.1)$$

бастапқы сигналдың мәні бойынша шығу өнімінің мәнін анықтауға мүмкіндік береді. Жалпы жағдайда, бұл мәнде ескерілгендей,  $f_{i,j}(\cdot)$  өңдеуді сипаттайтын функцияның түрі немесе параметрлері ағымдағы координаталарға байланысты. Бұл ретте өңдеу біртекті емес. Алайда, іс жүзінде қолданылатын процедуралардың көпшілігінде біртекті элементтік өңдеу қолданылады. Бұл жағдайда индекстер  $i$  және  $j$  көріністе (2.1) болмауы мүмкін. Бұл ретте бастапқы және өңделген суреттердің жарықтығы арасындағы тәуелділік функциямен сипатталады:

$$x = f(x), \quad (2.2)$$

барлық кадр нүктелері үшін бірдей. Бұл тараудың мақсаты элементтік өңдеудің ең көп таралған рәсімдерін зерделеуден тұрады.

## 2.1 Сызықты бейне

Контраст жасау міндеті көріністі орындайтын динамикалық сурет ауқымын және экранды келісуді жақсартумен байланысты. Егер әрбір кескін санағын сандық көрсету үшін есте сақтау құрылғысының 1 байт (8 бит) бөлінсе, онда кіріс немесе шығыс сигналдары 256 мәннің бірін қабылдай алады. Әдетте жұмыс ретінде 0 ауқымы қолданылады. Бұл ретте 0 мәні қара деңгейге, ал 255 мәні ақ деңгейге сәйкес келеді. Бастапқы суреттің ең төменгі және ең жоғарғы жарықтығы тең және тиісінше. Егер бұл параметрлер немесе олардың біреуі жарықтық диапазонның шекаралық мәндерінен едәуір өзгеше болса, онда визуализацияланған сурет қанықпаған, ыңғайсыз, бақылау кезінде шаршаған сияқты көрінеді. Мұндай жарықтық диапазоны = 180, = 240 шектері бар сәтсіз көріністің мысалы 2.1 -суретте көрсетілген..

Сызықтық контраст кезінде түрдің сызықты элементтік түрлендіруі қолданылады:

$$y = a \cdot x + b \quad (2.3)$$

$a$  және  $b$  параметрлері  $y_{min}$  ең төменгі және  $y_{max}$  ең жоғарғы шығыс жарықтылығының қажетті мәндерімен анықталады. Теңдеулер жүйесін шешіп:

$$\begin{cases} y_{min} = a \cdot x_{min} + b \\ y_{max} = a \cdot x_{max} + b \end{cases}$$

түрлендірудің  $a$  және  $b$  параметрлеріне қатысты және түрге келтіру қиын емес (2.3) :

$$y = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} (y_{max} - y_{min}) + y_{min}$$

2.1 а- суретте көрсетілген бастапқы бейненің сызықтық контрасталуының нәтижесі 2.1б- суретте келтірілген. 2.1б кезінде  $y_{min} = 0$  болады.



а) б)  
Сурет 2.1 -Сызықтық контрасталу үлгісі

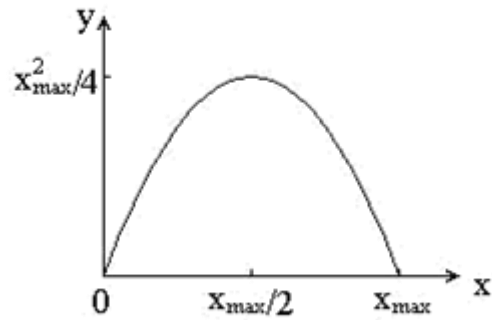
$U_{max} = 255$ . Екі суретті салыстыру өңделген суреттің айтарлықтай жақсы визуалды сапасын көрсетеді. Жақсарту бастапқы сурет жоқ толық динамикалық экран ауқымын контрасталғаннан кейін пайдалануға байланысты.

## 2.2 Бейнені солярзациялау

Бұл (2.2) өңдеу түрі бойынша түрлендіру [2.1] түрі бар:

$$(2.4) \quad y = k \cdot x(x_{max} - x),$$

Мұнда  $x_{max}$  - бастапқы сигналдың максималды мәні,  $k$  - түрлендірілген бейненің динамикалық ауқымын басқаруға мүмкіндік беретін константа. Осы түрлендіруді сипаттайтын Функция квадраттық парабол болып табылады, оның  $k = 1$  графигі 2.2.- суретте келтірілген.  $U_{max}$  кезде  $k = 4 / x_{max}$  динамикалық бейне диапазондары сәйкес келеді, оған қол жеткізуге болады. Динамикалық диапазонды қалпына келтірудің басқа жолы, мысалы, жоғарыда сипатталған сызықтық контраст әдісі болуы мүмкін [8].



Сурет 2.2 -Соляризацияны сипаттайтын функция

2.2 суретте көрсетілгендей, соляризация мағынасы ақ деңгейі бар немесе оған жақын жарықтық деңгейі бар бастапқы сурет учаскелерінің өңдеуден кейін қара деңгейі болады. Бұл ретте қара деңгей мен оның бастапқы бейнесінде бар учаскелер сақталады. Шығудағы ақ деңгейі кіре берісте жарықтықтың орташа деңгейі (сұр деңгейі) бар учаскелерді сатып алады. Соляризацияны қолдану мысалы 2.3- суретте көрсетілген.



а)



б)

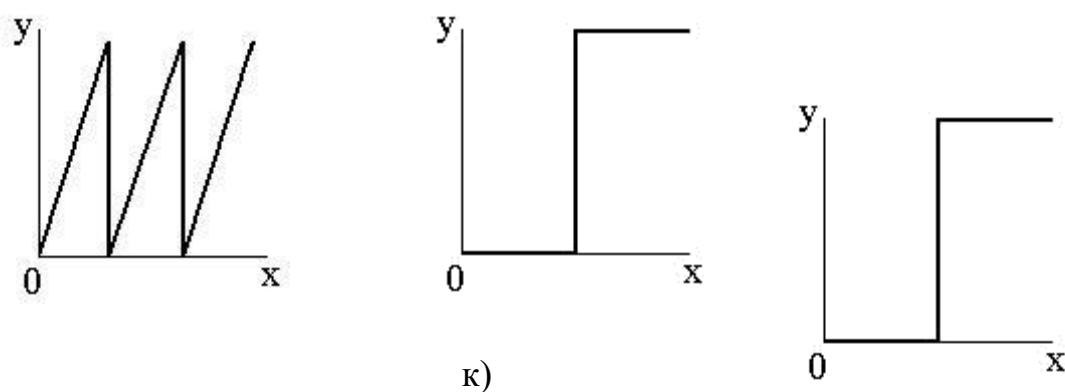
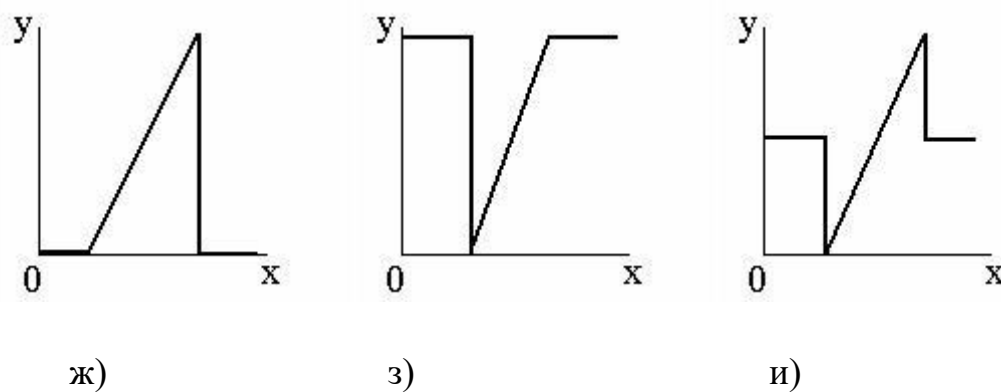
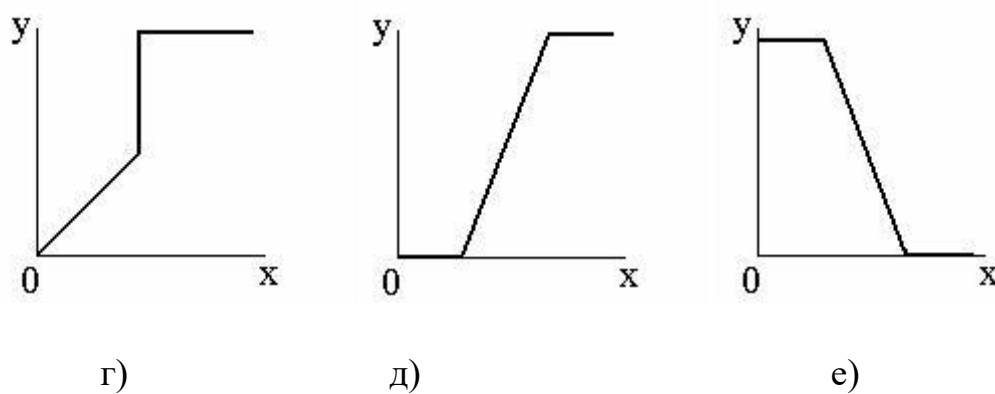
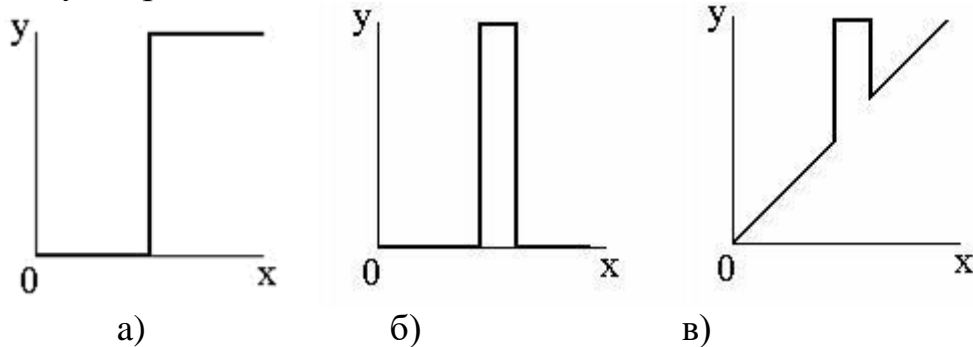
Сурет 2.3 - Соляризация үлгісі

2.3а-суретте бастапқы бейне, ал 2.3 б-суретте көрсетілген- оның соляризация нәтижесі. Екінші кезеңде мұнда  $y_{min} = 0$ , және  $y_{max} = 255$  кезіндегі сызықтық контраст қолданылады. Өңдеу бейне бөлшектерінің айқындығын арттырады: көз бейнесі жақсарады, "бет - шаш" және т. б. өткелінде контраст жоғарылайды.

### 2.3 Бейнені препараттау

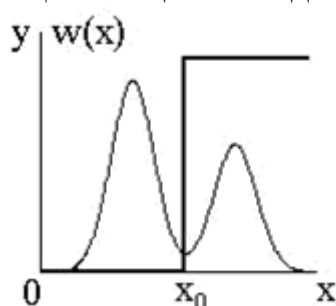
Препараттау элементальды кескінді түрлендірудің жалпы класы болып табылады. Тәжірибеде қолданылатын дайындық рәсімдерінің сипаттамалары

2.4 суретте көрсетілген. Бастапқы сипаттамасы бар түрлендіру жарықтың барлық деңгейлерін қамтитын жартылай тондық бейнені нүктелері жарықтық  $y = 0$  немесе  $y = y_{max}$  кейде бинаризация немесе бинарлық кванттау деп аталатын осындай операцияны бинарлық нүктелерге айналдырады, бақылаушы үшін суреттегі объектілердің кескіні маңызды болған кезде пайдалы болуы мүмкін.



## Сурет 2.4 - Тәжірибеде қолданылатын дайындық рәсімдерінің сипаттамалары

және заттардың ішіндегі бөлшектер немесе фондық аясында ешқандай қызығушылық жоқ. Осындай өңдеумен негізгі проблема  $x_0$  түпнұсқалықтың жарықтығы әрбір нүктеде шығыс кескінінің мәнін анықтауға мүмкіндік беретін салыстырмалы шекті анықтау болып табылады. Кескіннің математикалық сипаттамасы үшін негізділігі - ықтималдық теориясын, кездейсоқ процестерді және кездейсоқ өрістерді қолдану. Сонымен қатар, оңтайлы екілік квантования шегін анықтау статистикалық мәселе болып табылады. сондықтан - келесі секциялар бойынша бейнелерді өңдеуге статистикалық тәсіл екі класстың ішіне бейне нүктелерінің бөлу мәселесін шешуге, соның ішінде айтарлықтай көңіл бөлінді.



Сурет 2.5 -Екілік кванттау шегін таңдау

Екілік сегменттеу деп аталады. Мұнда нақты, бірақ іс жүзінде маңызды мәселені талқылауға шектеу қойылған. Кейде өңдеу кезінде жарты реңде сақталған кескіндерді өңдеу керек, бірақ олардың мазмұны екілік файлдардан аз ерекшеленеді. Бұларға мәтін, сызықтық сурет, суреттер, саусақ іздері суреттері кіреді, мысал 2.6.а. Мұндай кескіннің жарықтығын бөлуді сипаттайтын  $w(x)$ , ықтималдық тығыздығы екі жақсы бөлінген шыңдардан тұруы мүмкін. Екілік квантингтің табалдыры осы шыңдар арасындағы алшақтықтың ортасында таңдалуы керек екені түсінікті. 2.5-суретте көрсетілгендей. Бастапқы жартылай реңкі кескінді екілік препаратпен ауыстыру екі негізгі мәселені шешеді. Ең алдымен, көрінетін көрініс бастапқы көріністен гөрі көрнекі қабылдау арқылы қол жеткізіледі. Екіншіден, кескінді сақтаудың сыйымдылығы едәуір төмендейді, өйткені екілік кескіннің әрбір нүктесін жазу үшін екілік препарат тек 1 жад битін қажет етеді, ал сол мәселені ең жиі қолданылатын көрсетілім пішімімен шешуге арналған жартылай фондық сурет - 8 бит. Саусақ іздерінің бинаризациясының мысалы 2.6.-суретте келтірілген. 2.4-суретте көрсетілген басқа өзгерістердің мағынасы олардың сипаттамаларын ескере отырып, оңай түсініледі. Мысалы, 2.4.б суреттегі түрлендіру суреттің жарықтылық бөлігін орындайды, оның жарықтығы таңдалған интервалға сәйкес келетін бөліктерді бөліп көрсетеді. Сонымен қатар, қалған аудандар толығымен «сөндірілген» (қара деңгейге сәйкес жарықтығы бар) болып көрінеді.

Таңдалған аралығын жарықтық шкаласына жылжыту және енін өзгерту арқылы суреттің мазмұнын егжей-тегжейлі тексеруге болады. [10].



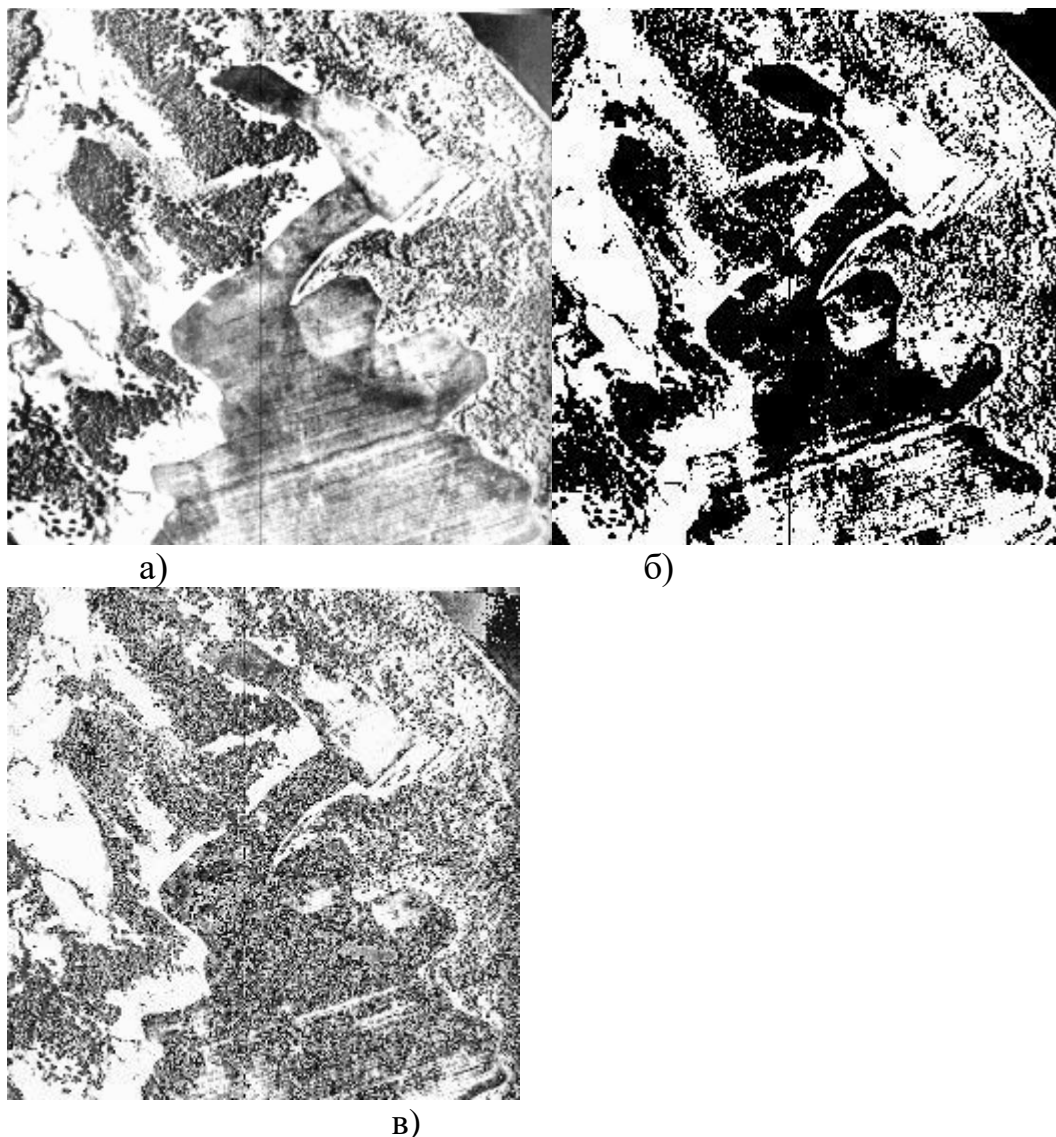
Сурет 2.6 -Бейнені бинаризациялау

2.4.ж-суретте көрсетілген трансформация, сонымен бірге таңдалған жарықтылық диапазонында бақыланатын суреттің егжей-тегжейін ұлғайтуға мүмкіндік береді, алайда, бұрынғыдан өзгеше, шығыс кескінінде толық динамикалық диапазон қолданылады. Негізінен, бұл түрлендіру таңдалған кіріс ауқымына қолданылатын сызықтық контраст болып табылады. Алдыңғы нұсқадағыдай, осы ауқымға кірмеген аймақтар дайындықтан кейін кара фонды қалыптастырады

Кейде бейненің көрнекілігі ара тәрізді контрастирлеу түрін түрлендіру арқылы артады. Бұл ретте әр түрлі жарықтық диапазондар бір мезгілде жергілікті жарықтық контрастқа ұшырайды. Алайда, бұл түрлендірудің кейбіреулері сияқты, алынатын препаратта жалған контурлардың пайда болуы мүмкін екенін ескеру қажет. 2.4 суретте ұсынылған басқа препараттау процедураларын да сапалы қарауға болады.

2.7 суретте эксперименттің нәтижелері келтірілген, онда жер учаскесінің аэротүсіріліміне шекті өңдеу түріндегі түрлендірулер қолданылған (2.7 б сурет) және ара тәрізді контрастдау (2.7 в сурет). Біріншісі байқалатын сахна туралы ортақ интегралдық түсінік жасай отырып, жекелеген учаскелердің шекараларын анықтауға әкеледі. Екіншісі, керісінше, суреттің барлық учаскелерінде ұсақ бөлшектерді бақылауға мүмкіндік береді. Мұндай екі мүмкіндіктің үйлесімі бақылаушыға пайдалы болуы мүмкін





Сурет 2.7 - Бейне препараттаудың мысалдары

Қорытындылай келе, біз дайындықты визуалды ақпаратты өңдеу үшін автоматтандырылған жүйелерде жиі қолданылатындығын ескереміз, өйткені бұл жағдайда дайындаған дайындық келесі (қайталама) өңдеу үшін қажетті барлық ақпаратты қамтуы мүмкін. Мысалы, бос орынды байқаған кезде белгілі конфигурациясы бар кескіндегі кейбір нысандарды автоматты түрде анықтау қажет болса, онда осы конфигурацияны беретін екілік препарат жеткілікті болуы мүмкін. [11].

## 2.4 Гистограммаларды түрлендіру, эквализация

Барлық элементтік түрлендірулерде суретті сипаттайтын ықтималдықтарды

бөлу Заңының өзгеруі орын алады. Функциямен сипатталатын монотонды сипаттамасы бар еркін түрлендіру мысалында осы өзгерістің механизмін қарастырайық.

$$y = f(x), \quad (2.5)$$

бір мәнді кері функциясы бар  $x = \varphi(y)$ . кездейсоқ шама  $x$  кездейсоқ шама мәндерінің еркін  $x$  кіші интервалы болсын  $\Delta x$  ықтималдық тығыздығына  $w_x(x)$  бағынады деп болжаймыз, ал  $\Delta y$  - түрлендірілген кездейсоқ шама интервалына шаманың түсуі интервалға шаманың түсуіне әкеледі, бұл осы екі оқиғаның ықтималдық баламалығын білдіреді. Сондықтан, екі аралықтың аздығын ескере отырып, жақын теңдікті жазуға болады:

$$w_x(x)|\Delta x| \approx w_y(y)|\Delta y|, \quad (2.6)$$

Мұнда модульдер интервалдардың абсолюттік ұзындығынан ( $\Delta x$  және  $\Delta y$  өсу белгілерінен тәуелсіз және) ықтималдықтардың тәуелділігін ескереді. Осы жерден түрлендірілген шаманың ықтималдығының тығыздығын есептей отырып, оның орнына кері функция арқылы  $\Delta x \rightarrow 0$  өрнегін қойып және ( $\Delta y \rightarrow 0$ ) шекті ауысуды орындай отырып, аламыз

$$w_y(y) = w_x(\varphi(y)) \cdot \left| \frac{d\varphi(y)}{dy} \right| \quad (2.7)$$

Бұл өрнек бастапқы кездейсоқ шаманың таралу тығыздығына сәйкес келмейтін түрлендіру өнімінің ықтималдылығының тығыздығын есептеуге мүмкіндік береді. Тығыздыққа елеулі әсер атқаратын түрлендірулер,  $w_y(y)$  оның кері функциясы және оның туындылары кіреді.

Егер түрлендіру өзара-бір мәнді функциямен сипатталмаса, арақатынас біршама қиын болады [2]. Бір мәнді кері функциясы бар мұндай күрделі сипаттаманың мысалы-2.4 суреттің ара тәрізді сипаттамасы бола алады. Алайда, жалпы, ықтималдық түрлендірудің мәні өзгермейді.

Осы тарауда қарастырылған барлық бейнелердің элементтік түрлендірулерін (2.6) өрнегімен сипатталатын ықтималдық тығыздығының өзгеруі тұрғысынан қарастыруға болады. Бір де бір шығу өнімінің ықтималдық тығыздығы бастапқы бейненің (әрине, тривиальды түрлендіруді қоспағанда)  $y = f(x) \equiv x$ . ықтималдылығымен сәйкес келмейтіндігі анық. Сызықтық контраст кезінде ықтималдық тығыздығы сақталатынына көз жеткізу қиын емес, бірақ жалпы жағдайда, яғни. сызықтық түрлендіру параметрлерінің еркін мәндері кезінде түрлендірілген бейненің ықтималдығы тығыздығының параметрлері өзгереді

Сызықсыз өңдеуден өткен бейнелердің ықтималдық сипаттамаларын анықтау талдаудың тура міндеті болып табылады. Бейне өңдеудің

практикалық міндеттерін шешу кезінде кері міндет қойылуы мүмкін:  $w_x(x)$  ықтималдылықтың белгілі түрі бойынша және  $w_y(y)$  бастапқы бейнені түсіретін қажетті түрлендіруді анықтаудың қалаулы түрі бойынша  $y = f(x)$ . бейнелерді сандық өңдеу тәжірибесінде жиі пайдалы нәтижеге бейнені тең екіталай бөлуге түрлендіреді [2.3]. Бұл жағдайда

$$w_y(y) = \begin{cases} 1/(y_{max} - y_{min}), & y_{min} \leq y \leq y_{max} , \\ 0, & \end{cases}$$

Қай жерде  $y_{min}$  және  $y_{max}$  - айналдырылған кескіннің ең аз және ең үлкен жарықтық мәндері. Бұл мәселені шешетін түрлендіргіштің сипаттамасын анықтаймыз.  $x$  және  $y$  функциямен байланысты болсын (2.2)  $F_x(x)$  және  $F_y(y)$  кіріс және шығыс шамаларын бөлудің интегралдық заңдары болсын. Қарастырайық (2.5):

$$F_y(y) = \int_{y_{min}}^y w_y(y) dy = \frac{y - y_{min}}{y_{max} - y_{min}} \quad (2.8)$$

Бұл өрнек ықтималдық эквиваленттік жағдайға келтіреді

$$F_x(x) = F_y(y)$$

қарапайым түрлендірулерден кейін біз қатынасын аламыз

$$y = (y_{max} - y_{min}) \cdot F_x(x) + y_{min}, \quad (2.9)$$

шешілетін мәселенің сипаттамасын (2.2) білдіреді. (2.6) сәйкес,  $F_x(x)$  түпнұсқалық кескін бастапқы сызбаның интегралдық тарату заңымен анықталатын сызықты емес трансформацияға ұшырайды. Содан кейін сызықтық контрастын әрекетін пайдаланып нәтиже көрсетілген динамикалық ауқымға дейін азаяды.

Сол сияқты, берілген түрге кескіннің бөлу заңдарын келтіру қажет болатын басқа да ұқсас есептердің шешімдері алынуы мүмкін.

Олардың бірі, таралу гиперболизациясы деп аталатын, түрлендірілген сурет ықтималдығының тығыздығын гиперболалық түрге келтіруді болжайды:

$$w_y(y) = \begin{cases} \frac{1}{y(\ln y_{max} - \ln y_{min})}, & y_{max} \leq y \leq y_{min}, \\ 0, & \end{cases}$$

Егер көз арқылы жарық өту кезінде кіріс жарықтығы оның тормен логарифмленетінін ескерсек, онда ықтималдықтың қорытынды тығыздығы біркелкі болады. Осылайша, алдыңғы мысалдан айырмашылығы көрудің физиологиялық қасиеттерін есепке алу болып табылады. Ықтималдылық тығыздығы бар сурет (2.7) сипаттамасымен сызықсыз элементтің шығуында алынатынын көрсетуге болады:

$$y = y_{min} \cdot \left( \frac{y_{max}}{y_{min}} \right)^{F_x(x)} \quad (2.10)$$

сондай-ақ бастапқы бейнені бөлудің интегралдық Заңымен анықталады.

Осылайша, ықтималдық тығыздығын түрлендіру бастапқы бейне үшін интегралды бөлуді білуді болжайды. Әдетте, ол туралы шынайы мәліметтер жоқ. Қарастырылып отырған мақсаттар үшін аналитикалық аппроксимацияларды пайдалану да аз жарамды, өйткені олардың шынайы бөлулерден аздаған ауытқулары нәтижелердің талап етілгеннен елеулі айырмашылығына әкеп соқтыруы мүмкін. Сондықтан бейнелерді өңдеу тәжірибесінде үлестіру түрлендіруі екі кезеңде орындалады.

Бірінші кезеңде бастапқы бейненің гистограммасы өлшенеді. Жарықтық шкаласы, мысалы, бүтін ауқымына тиесілі сандық бейне үшін 0...255, гистограмма-256 сандардың кестесі. Олардың әрқайсысы осы жарықтығы бар кадрдағы нүктелердің  $w_x^*(j), 0 \leq j \leq 255$  санын көрсетеді. Осы кестенің барлық сандарын қолданылатын кескін нүктелерінің санына тең үлгінің жалпы өлшеміне бөле отырып, бейненің жарықтық ықтималдығын үлестіру бағасын алады. Осы бағалауды белгілейміз онда интегралдық үлестіру бағасы мынадай формула бойынша алынады:

$$F_x^*(j) = \sum_{i=0}^j w_i^*(i) \quad (2.11)$$

Екінші кезеңде шығыстық бейненің қажетті қасиеттерін қамтамасыз ететін сызықты емес түрлендірулер орындалады. Бұл ретте белгісіз шынайы интегралдық бөлудің орнына гистограммаға негізделген оның бағасы пайдаланылады. Оның мақсаты таралу заңдарының түрін өзгерту болып табылатын бейнелерді элементтік түрлендірудің барлық әдістері гистограммалық әдістердің атауын алды. Атап айтқанда, Шығыс бейнесінің біркелкі таратылуы бар түрлендіру гистограмма эквализациясы (тегістеу) деп аталады.

Гистограммаларды түрлендіру процедуралары жалпы суретке де, оның жеке фрагменттеріне де қолданылуы мүмкін. Соңғысы стационарлық емес

бейнелерді өңдеу кезінде пайдалы болуы мүмкін, олардың мазмұны әртүрлі учаскелерде өзінің сипаттамалары бойынша айтарлықтай айырмашылығы болады. Бұл жағдайда жақсы әсерге жеке учаскелерге гистограммалық өңдеуді қолдану арқылы қол жеткізуге болады.

(2.4)-(2.11) арақатынасын пайдалану жарықтың үздіксіз таратылуы бар суреттер үшін әділ, сандық суреттер үшін өте дұрыс емес. Өңдеу нәтижесінде шығу кескінінің ықтималдығын өте жақсы бөлу мүмкін еместігін есте ұстау қажет, сондықтан оның гистограммасын бақылау пайдалы.



а) бастапқы бейне    б) өңдеу нәтижесі

Сурет 2.9- Бейнені эквализациялау үлгісі

2.9-суретте көрсетілген әдістемеге сәйкес орындалған эквализация үлгісі келтірілген. Нақты бейнелейтін жүйелерде алынған көптеген бейнелердің тән ерекшелігі қараңғы учаскелердің едәуір үлес салмағы және жарықтығы жоғары учаскелердің салыстырмалы аз саны болып табылады. Эквализация әр түрлі жарықтармен учаскелердің интегралды ауданын тексеріп, суретті түзетуге арналған. Бастапқы салыстыру (2.9а сурет.) және өңделген (2.9б сурет.) бейнелер өңдеу кезінде орын алған жарықтарды қайта бөлу визуалды қабылдауды жақсартуға әкеп соқтыратынын көрсетеді.

### 3 Бейнелерді сүзгілеу

Әдетте әртүрлі ақпараттық жүйе арқылы жасалған бейнелер кедергі әрекеті арқылы бұрмаланған. Бұл адам операторымен және компьютерде автоматты түрде өңдеуді визуалды талдауды қиындатады. Кескінді өңдеу тапсырмаларын шешу кезінде кескіннің кейбір бөліктері шуыл ретінде әрекет етуі мүмкін. Мысалы, жер бетінің спутниктік имиджін талдай отырып, оның жеке учаскелері - орман-далалық, су және жер және т.б. арасындағы шекараларды анықтау мәселесі болуы мүмкін. Осы міндет тұрғысынан алғанда, ортақ аудандардағы кескіннің жеке деректері кедергі болып табылады.

Әлсіз кедергі сүзгілеу арқылы жүзеге асырылады. Фильтрация кезінде, кедергі арқылы бұрмаланған түпнұсқа кескіннің әрбір нүктесінің жарықтығы (сигналы) ең аз бұрмаланған кедергі ретінде танылатын басқа жарықтық мәнімен ауыстырылады. Кескін кеңістіктік координаттардың екі өлшемді функциясы болып табылады, бұл координаттар бойында шудан гөрі баяу (кейде әлдеқайда баяу) өзгереді, бұл да екі өлшемді функция болып табылады. Бұл нүктелердегі белгілі бір сигналдың артықшылығын пайдаланып, кадрдың әрбір нүктесінде пайдалы сигналды бағалау кезінде көрші ұпайларды ескеру мүмкіндігін береді. Басқа жағдайларда, керісінше, жарықтың күрт өзгеруі пайдалы сигналдың белгісі болып табылады. Алайда, әдетте, осы айырмашылықтардың жиілігі салыстырмалы түрде кішкентай, сондықтан олар арасындағы елеулі аралықта сигнал тұрақты немесе баяу өзгереді. Бұл жағдайда сигналдың қасиеттері тек жергілікті нүктеде ғана емес, сонымен қатар оның маңайындағы аймақты талдау кезінде байқалады. Аймақтағы тұжырымдама шартты болып табылады. Оны тек қана келесі көрші адамдар ғана қалыптастыруы мүмкін, бірақ кадрдың өте көп және өте алыс нүктелері бар маңайдағы аймақтар болуы мүмкін. Бұл соңғы жағдайда, әрине, фрагменттің берілген нүктесінде кадрлардағы қабылданған шешімдерге қашықтан және жақын нүктелердің әсер ету дәрежесі толығымен өзгеше болады.

Осылайша, сүзгілеу идеологиясы операциялық нүктеден және оның ортасынан деректерді ұтымды пайдалануға негізделген. Бұл жоғарыда сипатталған элементтерден тұратын процедуралардан филтрлеуде елеулі айырмашылықты көрсетеді: сүзгілеу кескін өңделудің элементальді процедурасы бола алмайды.

Міндет - жақсы нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік беретін ұтымды есептеу процедурасын табу. Бұл мәселені шешкенде жалпыға бірдей бейненің және кедергілердің ықтималдық модельдерін, сондай-ақ статистикалық оптималдылық критерийлерін қолдануға сүйенеді. Мұның

себептері анық - бұл ақпараттық сигналдың да, араласудың да кездейсоқ сипаты, және бұл өңдеудің нәтижесіне ең аз айырмашылықты мінсіз сигналдан алуға ұмтылу. Әдістер мен алгоритмдердің әртүрлілігі әртүрлі математикалық үлгілермен сипатталуы тиіс көптеген пәндермен байланысты. Бұдан басқа, түрлі оңтайлылық критерийлері қолданылады, бұл сондай-ақ түрлі сүзу әдістеріне әкеледі. Ақыр соңында, модельдер мен критерийлердің сәйкес келуімен қатар, математикалық қиындықтар салдарынан оңтайлы рәсім табу мүмкін емес. Түпнұсқалық шешімдерді табудың қиындықтары жақындастырылған әдістер мен рәсімдердің әртүрлі нұсқаларын тудырады. [12].

### 3.1 Оңтайлы сызықтық сүзгілеу

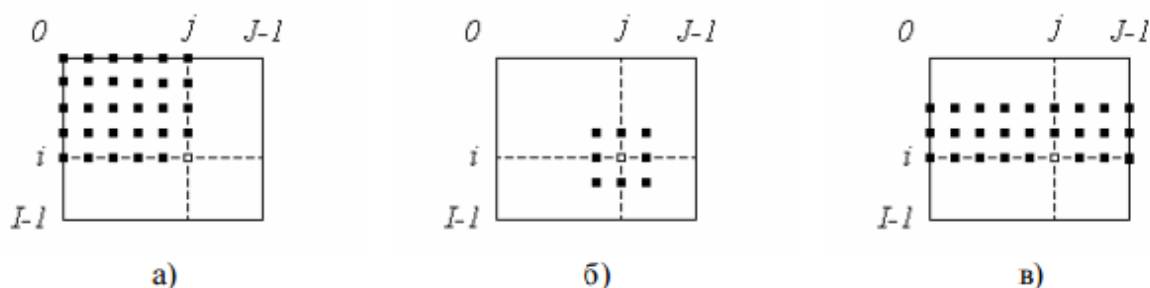
Винера-Хопфа теңдеуі

Бейне жарықтығының мәні  $y_{i,j}$  -  $i$ -ші қатар мен  $j$ -ші бағанның қиылысындағы пайдалы сигнал және сүзгі кірісінде байқалған бейне үлгі арқылы сипатталуы керек:

$$y_{i,j} = f(x_{i,j}, n_{i,j}), \quad i = \overline{0, I-1}, j = \overline{0, J-1} \quad (3.1)$$

Мұндағы  $n_{i,j}$  -  $(i,j)$  координаты бар нүктеде кедергі шамасы,  $f(\cdot)$ - функциясы, сигнал мен интерференцияның өзара әрекеттесуін және  $I$  және  $J$  тиісінше кадрдағы жолдар мен бағандардың санын сипаттайды.

Келешекте кадрдың жоғарғы сол жақ бұрышында цифрлық кескінді өңдеуде қабылданған декоративті координаттар жүйесін және осы сәттен бастап оң жаққа қарай жүреміз. 3.1-суретте  $i, j$  нүктелер жиынтығы ретінде бейнеленген әртүрлі типтердегі көршілес мысалдар көрсетілген. Қайта өңдеу орындалған жұмыс нүктесі - бұл координаттар  $i, j$  (3.1 суретте қара емес) нүктесі. Көршілес аймақтың түріне қарай, каузалды, каузалды емес және жартылай каузалды бейнелерді сүзу ерекшеленеді.



Сурет 3.1 - Әр түрлі аймақ мысалдары

Каузалдылық (себеп-салдарлық тәуелділік) ұғымы  $i, j$  ағымдағы нүктесінің координаталары мен айналасына кіретін нүктелердің арақатынасымен байланыстырады. Егер айналаның барлық нүктелерінің екі



координаттары (жол нөмірі және баған нөмірі) ағымдағы нүктенің тиісті координаталарынан аспаса, онда айналасы және оны өңдеу каузалды деп аталады. Мұндай аймақ мысалы 3.1 а суретте көрсетілген.

3.1б-суретте келтірілген қоршаған ортаның кейбір нүктелері, каузалдылық принципін қанағаттандырады. Сонымен қатар, мұнда екі координаттары жұмыс нүктесінің тиісті координаттарынан асатын нүктелер де бар. Мұндай қасиеттердің үйлесуімен айналаны пайдалануға сүйенетін сүзу каузалды емес деп аталады.

3.1в суретте көрсетілген аймақ жартылай зауыттық сүзуге сәйкес келеді. Қоршаған ортаның барлық нүктелерінің координаталарының бірі-осы мысалда жол нөмірі - жұмыс нүктесінің тиісті координатынан аспайды. Екінші координат-мысалда баған нөмірі-кейбір нүктелерде жұмыс нүктесінің тиісті координатасынан аспайды. Алайда, қоршаған нүктелердің арасында осы екінші координатасы жұмыс нүктесінің тиісті координатасынан асатын болады.

Осы жіктемеге енгізілген мән, себептілік қағидатына сәйкес физикалық жүзеге асырылатын сүзгінің үнін қалыптастыруға шығу санағын қалыптастыру сәтіне келіп түспеген кіріс сигналының элементтері әсер ете алмауынан тұрады. Бұл принцип табиғи түрде динамикалық жүйелерде "жұмыс істейді", онда оларда болып жатқан барлық процестер уақытша процестер болып табылады. Бейнелерді сандық өңдеу кезінде өңдеу құрылғысының жадында сақталған, бұрын қалыптасқан бейнелер жиі болуы керек. Бұл мағынада координаттардың арақатынасы, қатаң айтқанда, нақты уақыт ауқымында сигналдарды өңдеу кезіндегі сияқты принципті себеп ролін атқармайды. Сонымен қатар, дәстүрлі түрде жоғарыда сипатталған бейнелерді өңдеу процедураларының жіктелуі қалыптасқан, белгілі бір шамада біз келесі мазмұнда ұстанатын боламыз.

Сызықтық сүзу кезінде шығыс әсері кіріс деректерінің сызықтық комбинациясымен анықталады:

$$x^*(i, j) = \sum_{(i_1, j_1) \in S} a(i_1, j_1) \cdot y(i - i_1, j - j_1). \quad (3.2)$$

Бұл мәнде  $x^*(i, j) = x_{i,j}^*$  - пайдалы сигналдарды сүзу нәтижесі  $x(i, j) = x_{i,j}$  координаттары бар кадр нүктесінде  $(i, j)$ ;  $S$  - айналасын құрайтын көптеген нүктелер (дәлірек - олардың көптеген координаттары);  $a(i, j)$  - салмақтық коэффициенттер, олардың жиынтығы екі өлшемді импульстік сипаттаманы (ИХ) білдіреді. Егер  $S$  аймағы соңғы болса, онда импульстік сипаттаманың соңғы ұзындығы бар және сүзгі КИХ-сүзгі деп аталады. Олай болмаған жағдайда импульстік сипаттаманың шексіз ұзындығы бар, ал сүзгі БИХ-сүзгінің атауы. (3.2) өрнекте олар шығыс әсері анықталатын нүктенің координатасына  $(i, j)$  байланысты емес деп қабылданды. Координаттардан тәуелсіз қасиеттері бар бейнелерді өңдеу рәсімдері біртекті деп аталады.



Өңдеу сапасын бағалау үшін қолданылатын оңтайлылықтың ең көп тараған өлшемі орташа қателердің квадратының минимум өлшемі болып табылады. Сүзуге қатысты оның өрнек түрінде жазыңыз:

$$E \left\{ \left[ x(i, j) - \sum_{(i_1, j_1)} \sum_{\in S} a(i_1, j_1) \cdot y(i - i_1, j - j_1) \right]^2 \right\} = \min_{a(i)} \quad (3.3)$$

Мұнда  $E \{ \cdot \}$  күту символы болып табылады. (3.3) сәйкес, оңтайлы сүзгіні іздестіру ИХ -і анықтаған кезде сүзгіден құралған  $x(i, j)$  сигналы мен  $x^*(i, j)$  бағалаудың арасындағы айырмашылықты білдіретін  $\varepsilon(i, j) = x(i, j) - x^*(i, j)$ , минималды болды. Математикалық күту барлық кездейсоқ айнымалы мәндер үшін есептеледі (3.3), бұл критерий орта қателіктерге жол беруге бағытталған дегенді білдіреді.

Оңтайландыру міндеті (3.3) теңдеуді немесе теңдеулер жүйесін шешу оңай болуы мүмкін. Ол үшін, осы өрнек сол жақтың туындысын  $a(k, l) = a_{k, l}$  коэффициенті үшін есептеп, оны нөлге теңестіреміз. Дифференциациялау, қосу және күту операциялары желілік және, демек, коммутатив болып табылатындығын ескере отырып:

$$E \{ x_{i, j} \cdot y_{i-k, j-l} \} = \sum_{i_1, j_1} \sum_{\in S} a_{i_1, j_1} \cdot E \{ y_{i-i_1, j-j_1} \cdot y_{i-k, j-l} \} \quad (3.4)$$

Оған кіретін математикалық күтулер, көру қиын емес, келесі белгілерді енгізетін корреляциялық функциялардың есептеулері болып табылады:

$$B_{xy}(k, l) = E \{ x_{i, j} \cdot y_{i-k, j-l} \}, \quad B_y(k - i_1, l - j_1) = E \{ y_{i-i_1, j-j_1} \cdot y_{i-k, j-l} \}$$

Оларды есепке ала отырып, (3.4) ықшам пішінді қабылдайды:

Оған енгізілген математикалық күтулер, оңай көрінетін сияқты, корреляциялық функцияларды санау болып табылады, олар үшін келесі белгілер енгізіледі:

$$B_{xy}(k, l) = E \{ x_{i, j} \cdot y_{i-k, j-l} \}, \quad B_y(k - i_1, l - j_1) = E \{ y_{i-i_1, j-j_1} \cdot y_{i-k, j-l} \}$$

Оларды ескере отырып (3.4) шағын көрініс алады:

$$B_{xy}(k, l) = \sum_{i_1, j_1} \sum_{\in S} a_{i_1, j_1} \cdot B_y(k - i_1, l - j_1) \quad (3.5)$$

Автокорреляция  $B_y(\circ)$  мен кросскорреляция  $B_{xy}(\circ)$  функцияларын белгілі деп қарастырсақ, (3.5) - қажетті коэффициенттерге қатысты сызықтық болып табылатын алгебралық теңдеу  $a_{i_1 j_1}$  екенін байқаймыз. Бұл теңдеулердегі белгісіздер саны  $S$  маңайындағы  $n_S$  нүктелердің санына тең және КИХ сүзгісінде және БИХ сүзгісінде шексіз жағдайда. Біз осы бөлімде КИХ сүзгісін қарауға шектеу қойдық. Көптеген белгісіз сызықтық алгебралық теңдеу шешімдердің шексіз саны бар. Егер біз дифференциацияны (3.3) қалған  $n_S - 1$  белгісіздіктеріне қайталасақ, сол жақ бөліктерде және дұрыс бөліктердегі  $B_{xy}(\circ)$  және  $B_y(\circ)$  коэффициенттерден ерекшеленетін тағы бір  $n_S - 1$  теңдеуін аламыз. Олардың корреляциясы әр түрлі нүктелерде есептеледі. Нәтижесінде сүзгі теориясы бойынша *Винера-Хопфа* теңдеуі деп аталатын  $n_S$  белгісіздермен сызықтық алгебралық  $n_S$  теңдеулер жүйесі:

$$\begin{cases} B_{xy}(k, l) = \sum_{i_1, j_1} \sum_{\in S} a_{i_1, j_1} \cdot B_y(k - i_1, l - j_1) \\ k, l \in S. \end{cases} \quad (3.6)$$

Егер оны  $n_S$  барлық  $a_{i_1 j_1}$  белгісіз деп шешсе, онда сүзгілеу қателерінің орташа квадратын азайтатын сызықтық сүзгінің іздестірілетін импульстік сипаттамасы табылатын болады.

Оңтайлы сүзу қателіктерінің орташа квадратын анықтаймыз. Ол үшін квадрат түрінде тұрғызуды орындау қажет (3.3) және алынған мәнде Винер-Хопф теңдеуін ескеру қажет (3.6). Нәтижесінде алу қиын емес:

$$D_\varepsilon = D_x \left[ 1 - \sum_{i, j} \sum_{\in S} a_{i, j} \cdot R_x(i, j) \right] \quad (3.7)$$

мұндағы  $D_\varepsilon = E\{\varepsilon^2(\circ)\}$  - орташа сүзгілеу қателігінің квадраты.

Сүзілген кезде бейненің орташа жарықтығындағы өзгерістерді талдауға назар аударайық. Екі бөліктен де математикалық күтуді (3.2) есептеп, біз табамыз:

$$m_{x^*} = m_y \cdot \sum_{(i_1, j_1)} \sum_{\in S} a(i_1, j_1), \quad (3.8)$$

онда  $y(\circ)$  кіріс бейненің  $m_y$  орташа жарықтығы координаттарға тәуелді емес және нәтижесінде кескіннің барлық нүктелерінде  $x^*(\circ)$  шығыс кескінінің  $m_x$  орташа жарықтығы тұрақты болып табылады деп болжануда. Өте жиі өңдеу кезінде, олар бейненің орташа жарықтығын сақтауға тырысады. Алынған өрнекпен келсек, бұл теңдікті орындау арқылы қол

жеткізуге болады, бұл сүзгінің импульстік реакциясы үшін қосымша талап болып табылады.

$$\sum_{(i_1, j_1) \in S} a(i_1, j_1) = 1$$

Осылайша оңтайландыру міндеті (3.3) теңдік түрінің шектеулігін ескере отырып шешілуі тиіс.

Оның орнына, жиі сүзуден бұрын,  $m_y$  орташа жарықтық кіріс кескінінен алынып тасталады. Төменде көрсетілгендей (3.8), сүзгінің шығуындағы орташа жарықтық мәні импульсті жауаптың қасиеттеріне қарамастан нөлге тең болады. Бұл теңдеулер жүйесін (3, 6) шешуге мүмкіндік береді, орташа жарықтығын өзгертпейді. Қажетті шамасы сүзгіден кейін шығыс әсеріне қарапайым қосымша арқылы қалпына келтіріледі. .

### 3.2 Аддитивті ақ шудың қатысуымен бейнелерді сүзу

Кең таралған бөгеуіл түрі-Ақ шу, суретке аддитивті әсер етеді. Бұл жағдайда байқалатын бейненің (3.1) келесі түрі бар:

$$y_{i,j} = x_{i,j} + n_{i,j}, \quad i = \overline{0, I-1}, j = \overline{0, J-1} \quad (3.9)$$

ал шудың корреляциялық функциясы  $n_{i,j}$  өрнекпен сипатталады:

$$B_n(i,j) = D_n \cdot \delta_i \cdot \delta_j$$

$$\delta_k = \begin{cases} 1, & k = 0 \\ 0, & ik \neq 0 \end{cases}$$

Мұнда  $D_n$  - шуыл дисперсиясы, ал  $\delta_k$  - Кронекер символы.

Кіріс сигналы орталықтанған деп есептейміз, яғни нөлдік математикалық күтімге ие, ал  $x^{(0)}$  және  $n^{(0)}$  суреті өзара тәуелсіз, сондықтан кіріс сигналының корреляциялық функциясы үшін әділ:

$$B_y(i,j) = D_x \cdot R_x(i,j) + D_n \cdot \delta_i \cdot \delta_j \quad (3.10)$$

Мұнда  $D_x$  - дисперсия, ал  $R_x(i,j)$ -пайдалы сигналдың нормаланған корреляциялық функциясы. Бұл жағдайда өзара  $B_{xy}(0)$  корреляциялық функция пайдалы сигналдың  $B_x(0)$  корреляциялық функциясымен сәйкес

келетінін көру қиын емес. Сондықтан Винер-Хопф теңдеуі (3.11) түрге келтіріледі:

$$\begin{cases} q^2 \cdot R_x(k,l) = q^2 \cdot \sum_{i_1, j_1 \in S} a_{i_1, j_1} \cdot R_x(k - i_1, l - j_1) + a_{k,l} \\ k, l \in S \end{cases} \quad (3.11)$$

мұндағы  $q^2 = D_x + D_n$ - сигнал мен шуыл дисперсиясының қатынасы.

Сонымен қатар, сүзгілеу қателіктері үшін (3.7) өрнегін түрлендіреміз, ол үшін (3.11) теңдеулерінен анық түрде жазамыз, ол мәндерге сәйкес келеді:

$$k = l = 0: q^2 = q^2 \cdot \sum_{i_1, j_1 \in S} a_{i_1, j_1} \cdot R_x(i_1, j_1) + a_{0,0}$$

Қайтадан табамыз:

$$a_{0,0}/q^2 = 1 - \sum_{i_1, j_1 \in S} a_{i_1, j_1} \cdot R_x(i_1, j_1) \quad (3.12)$$

Бұл арақатынасты (3.12) салыстыра отырып, түпкілікті аламыз:

$$\delta_\varepsilon^2 = a_{0,0}/q_2 \quad (3.13)$$

Мұндағы  $\delta_\varepsilon^2 = D_\varepsilon - D_x$ - салыстырмалы орташа сүзгілеу қателігінің квадраты. Осылайша, сүзгілеу қателіктерін анықтау үшін сигнал/шу қатынасын (Винер-Хопф теңдеуіне де кіретін) және нүктедегі оңтайлы импульстік сипаттаманың мәнін (0,0) білу қажет.

Теңдеулерді шешуде қолданыстағы компьютерлік бағдарламалық камтамасыз етуді пайдалану үшін (3.11), оның реттелетін трансформациясын канондық векторлық-матрица түрінде орындау қажет. Бұл үшін  $n_S$  белгісіз шамалардың  $a_{i,j}$  жиынтығы вектор А ретінде ұсынылуы керек. Сол сияқты, (3.11) сол жақ бөлігін құрайтын шамалардың жиынтығы Q векторы және оң жағының коэффициенттерінің жиынтығы  $n_S \times n_S$  өлшемі матрицасы F ретінде ұсынылуы керек. Сонда теңдеу және оның шешімі форманы қабылдайды:

$$Q = F \cdot A, \quad A = F^{-1} \cdot Q.$$

Сандық бейнені өңдеу тәжірибесінде маска сүзгілері кеңінен қолданылады. Оның сызықты түрлілігі екі өлшемді АИС -сүзу нұсқаларының бірі болып табылады. Маска ретінде, S-нің барлық нүктелерінде орнатылатын салмақтық коэффициенттер жиынтығы пайдаланылады, әдетте олар кадрдың жұмыс нүктесін симметриялы түрде қоршайды. Іс жүзінде жиі

пайдаланылатын көршілес жерлердің ортақ түрі орталықта жұмыс элементі бар  $3 \times 3$  шаршы 3.1.б - суретте көрсетілген. Маскалардың әр түрлі түрлері пайдаланылады, эвристикалық нұсқалардың бірі - біркелкі маска, барлық тоғыз салмақ коэффициенті  $1/9$ . Мұндай таңдау коэффициенттері орташа жарықтығын сақтау жағдайына жауап береді (3.9) және, демек, өңдеу процесінде кескінді ортаға қоюға болмайды.

Көрнекі түрде сүзгілеу тиімділігі 3.2-суретті пайдалана отырып бағалануы мүмкін. 3.2.а суретте. -5 дБ сигналдан шуыл қатынасы бар шулы портретті (шуылсыз сурет 1.3.а суретте көрсетілген) көрсетеді. (3.11) -ден табылған ИХ оңтайлы нысаны бар маскировкаланған сүзгілеу нәтижесі 3.2.б-суретте көрсетілген. Бірыңғай маска операторы жүргізген сүзгілеу нәтижесі берілмейді, өйткені визуалды тұрғыдан ол аз ғана ерекшеленеді. Сонымен қатар сандық тұрғыдан айырмашылықтар байқалады: егер АИС оңтайлы фильтрде салыстырмалы қателік  $\delta_{\varepsilon}^2_{\text{опт}} = 0,309$  болса, онда АИС -да шамамен 30% өседі және  $\delta_{\varepsilon}^2_{\text{равн}} = 0.395$  қалыптасады. Айырмашылық шудың жоғары деңгейімен күрт артады. Мысалы, сигнал-шу қатынасы -10 дБ, бізде  $\delta_{\varepsilon}^2_{\text{опт}} = 0.57$  және  $\delta_{\varepsilon}^2_{\text{равн}} = 1.15$ , демек, бұл жағдайда қателікті екі есе көбейту үшін бұл жағдайда оңтайлы нәтижелердің орнына бірыңғай АИС -ды қолдану тиімді болып келеді.



а) б)

Сурет-3.2 Маскалық сүзу үлгісі

Мұнда адам көзі мен қолданылатын сандық көрсеткіштердің сапа бағалауында белгілі бір келіспеушілікті байқауға болады. Көз табиғаттың өнертабысы болып табылады, сондықтан, қателіктердің орташа квадраты сияқты қарабайыр математикалық көрсеткіштер онымен бәсекелесе алады. Осылайша, математикалық көрсеткіштердің апатты жағдайында қарастырылған кейбір нәтижелері көзбен толық қанағаттанарлық болуы мүмкін. Бұл математикалық критерийлер сандық кескінді өңдеу үшін әдетте жарамайды дегенді білдіре ме? Әрине жоқ. Сандық кескінді өңдеу бұл өңдеуге негізделген автоматты шешімдер қабылдау арқылы әртүрлі ақпараттық жүйелерде қолданылады.



Адамның көзі жоқ мұндай жүйелердің жұмыс істеуі математикалық критерийлерге толығымен бағынады және олардың жұмысының сапасы математикалық көрсеткіштермен ғана бағаланады. Бұл жүйелерде қолданылатын бейнелердің сапасы математикалық критерийлермен ғана бағалануы керек. [13].

Осы бөлімнің соңында сипатталған сүзу процедураларын пайдалану, әдетте, бейнедегі шу деңгейінің едәуір төмендеуіне алып келеді. Сандық жағынан, осы өңдеудің тиімділігі сигналдан шуыл қатынасын  $\gamma = \delta_\varepsilon^{-2}/q^2$  жақсарту коэффициентімен сипатталуы мүмкін, мұнда  $\delta_\varepsilon^{-2}$  мән сүзгіден кейін сигналдан шуылға қатынасын анықтайтынын ескереді. Жақсарту бастапқы бейнедегі шу деңгейіне байланысты және жоғарыда көрсетілген экспериментте  $q^2 = -5$  дБ и  $\gamma = 17.6$  және  $q^2 = -10$  дБ кезінде  $\gamma = 10.2$  болады. Жақсарту коэффициенті неғұрлым жоғары болса, түпнұсқадағы шуыл күшейеді.

### 3.3 Бейнелерді рекурренттік каузалды сүзу

Шуды басқару проблемасы келесі себептер бойынша маска сүзгілерін қолдану арқылы толығымен шешілмеген. Біріншіден, маска сүзгісімен қолданылатын шектеу өлшемі оның ықтимал шектелген шуды басу мүмкіндігіне әкеледі. Бұл бейненің шу деңгейінің айтарлықтай деңгейімен - аз дәрежеде АИС -ді оңтайлы таңдаумен, субоптималды АИС -мен күштірек көрінеді. Әрине, жақынырақ импульстік жауаптары бар КИХ фильтрлерін қолдануға тырысып, маңайдағы мөлшерді арттыра аласыз. Дегенмен, бұл маскалық сүзгінің екінші жетіспеушілігін күшейтеді, ол қазірдің өзінде оның жеткілікті жоғары есептеу қиындықтарынан тұрады.

Қазіргі уақытта сүзгілеудің максималды сапасын және өңдеуді жүзеге асыратын компьютердің есептеу ресурстарының төмен талаптарын біріктіретін екі өлшемді сүзгілеу әдістері жоқ. Бұл мәселені шешуге көптеген тәсілдер бар, бірақ олардың барлығы бір жақты немесе жақындастырудың дәлдігі мен мүмкіншіліктері арасындағы ымыраға қол жеткізу үшін керек. Олардың біреуін қарастырыңыз [3.1].

Екі өлшемді ШИС сүзгіні қолдану идеясы оны іске асырудың қарапайымдылығы және сүзу тиімділігі әлеуетке жақындатылатын осы серпінді жауаптың осындай параметрлері болатын импульстік жауап түрі бар. Осындай қасиеттері бар сүзгіні бір өлшемді Калман сүзгісімен салыстыруға болады.

Бір өлшемді сүзгілеудің қарапайым мысалы - экспоненталық түрдің корреляциялық функциясы бар біртекті стационарлы гаусс дәйектілігінің Калманның сүзгілеуі.

$$B_x(\mathbf{r}) = D_x \cdot \exp(-\alpha \cdot |\mathbf{r}|) = D_x \cdot F^{|\mathbf{r}|}, \quad F = \exp(-\alpha), \quad \alpha > 0.$$

Мұнда  $D_x$  - дәйектілік дисперсиясы, ал  $F$  - оның бір сатылы корреляция коэффициенті,  $\alpha$  реттіліктің спектрлік енін түсінетін параметрмен анықталады. Гаусс ақ шуының фоны бойынша байқалғанда, оңтайлы себепші сүзгі стационарлық (тұрақты) сүзу режимінде болатын қайталанатын алгоритм арқылы жүзеге асырылады:

$$x_i^* = F \cdot x_{i-1}^* + A \cdot (y_i - F \cdot x_{i-1}^*). \quad (3.14)$$

Бұл фильтрдің импульстік реакциясы экспоненциалды екенін анықтау оңай:

$$\alpha_i = A[(1 - A) \cdot F]^i, \quad i = 0, 1, 2, \dots \quad (3.15)$$

мұнда  $A$ ,  $0 < A < 1$  шегінде жатқан және Калман сүзгісін күшейту коэффициентінің атауын алған параметр. (3.14) алгоритмде бірінші қосылушы алдыңғы кадамның бағалауымен енгізілетін ағымдағы  $i$ -ші сүзгілеу кадамында сигналды бағалауға салымды анықтайды және бір адымдық болжам деп аталады. Екіншісі  $y_i$  ағымдағы бақылаудың әсерін ескереді және жаңа ақпарат деп аталады. Күшейту коэффициенті  $A$  сүзгінің осы жаңа ақпаратқа сезімталдығын анықтайды. Шу деңгейі жоғары болғанда  $A$  параметрі нөлге жақындайды. Бұл ретте, ИХ жалпы төмендеуінен басқа, бірлікке жақындай отырып,  $B = 1 - A$  параметрі артады. Бұл импульстік сипаттаманың ұзаруын білдіреді, демек, фильтр өткізетін жиілік жолағының тарылуы. Әлбетте, бұл ШИС қасиеттері тиімді шуыл сүзу ықпал етеді. Шудың төмендеуі кезінде, керісінше,  $A$  бірлікке,  $B$  нөлге ұмтылады, бұл жиілік жолағының шексіздікке дейін кеңейуіне сәйкес келеді. Бұл жерде сүзу шу әсерін әлсіретіп қана қоймай, өкінішке орай, динамикалық бұрмалаулар деп аталатын пайдалы сигналға енгізеді. Бұл бұрмалаулардың механизмі өте қарапайым және әр түрлі спектралды сигнал компонентінің сүзгісінің шығуына тең емес берілістен тұрады. Қалман сүзгісі кіруде Шу жоғалып кеткен кезде өткізу жиіліктерінің жолағын шексіздікке дейін кеңейтетін кезде "өзін-өзі ұстай алады", себебі дәл осы жағдайда сүзгілеудің динамикалық қателері де жоғалады.

Бір өлшемді аналогы ретінде (3.15) бастап, екі өлшемді экспонат түріндегі шуылсыз шудан бейнелерді себепші сүзу үшін екі өлшемді БИХ табамыз:

$$\alpha_{i,j} = A^2 \cdot (B \cdot F)^{i+j}, \quad B = 1 - A, \quad i, j = 0, 1, 2, \dots \quad (3.16)$$

Мұнда, бір өлшемді сүзгі жағдайында сияқты,  $F$  - мұнда бірдей деп санайтын жол бойынша және баған бойынша бейненің бір кадамдық корреляциясының коэффициенті. Екі өлшемді сүзгінің жалғыз белгісіз параметрі болып қалған  $A$  (немесе  $B$ ) параметрін анықтау үшін (3.16) түріндегі Винер-Хопф теңдеуін қолданамыз:

$$E \left\{ \left( x(i, j) - \sum_{(i_1, j_1)} \sum_{\in S} \alpha_{i_1, j_1} \cdot y_{i-i_1, j-j_1} \right) \cdot y_{i-k, j-l} \right\} = 0, \quad k, l \in S.$$

Жақшадағы өрнек сүзу қателігі екенін ескере отырып, біз бұл формуланы ұсынамыз:

$$E \{ \varepsilon_{i, j} \cdot y_{i-k, j-l} \} = 0, \quad k, l \in S \quad (3.17)$$

Бұл өрнектің мағынасы оңтайлы сызықтық сүзу кезінде қате сүзу кезінде пайдаланылатын бақыланған деректердің барлық элементтеріне ортогональ болып табылады. Бірақ сонда қатенің ортогоналдылығына және сүзгілеу нәтижесіне (алынған баға) көз жеткізу қиын емес,

$$E \{ \varepsilon_{i, j} \cdot x_{i, j}^* \} = 0, \quad (3.18)$$

ол үшін осы өрнектің сол бөлігін (3.2) және (3.18) ескере отырып есептеу жеткілікті.

(3.19) қабылданған импульстік сипаттаманың (3.19) ұсынымын қолдану қажет, нәтижесінде бұл қатынас ізделінетін А параметрге қатысты теңдеуге айналады. Оған сигналдың корреляциялық функциясы және сигнал мен бақылаудағы деректердің өзара-корреляциялық функциясы кіреді. Сондықтан, биэкспоненциалды ұсынымды пайдаланатын корреляциялық сигнал функциясын нақтылау қажет:

$$B_x(i, j) = D_x \cdot F^{|i|+|j|} \quad (3.19)$$

Бұл шеңберді шексіз өлшемдерге (бұл шексіз сәйкес келетін жиынтық лимиттерді қабылдауға мүмкіндік беретін) ескере отырып, (3.2)), сандық шешімі проблеманы тудырмайтын В параметр үшін келесі алгебралық теңдеуді аламыз:

$$1 - \left[ 1 - \frac{B \cdot (1 - F^2)}{1 - B^2 \cdot F^2} \right]^2 - \frac{(1 - B)^2}{q^2} \cdot \frac{(1 - B \cdot F^2)^2}{(1 - B^2 \cdot F^2)^2} = 0 \quad (3.20)$$

Талдауға (3.18) назар аударған жөн, егер  $q^2 \rightarrow \infty$  бұл теңдеу  $B=0$  кезінде қанағаттандырылса және  $q^2 \rightarrow 0$  оның ерітіндісінде  $0 < B < 1$  болса, онда бұл шектік мәндерді екі өлшемді сүзгінің жиілік диапазонының сипаттамалары өзгеруі мүмкін, мысалы, осындай шекті мәндердегі Калман фильтрінің параметрлері сияқты жағдайлары қарастырылады.



ИС (3.19) өрнектерін және (3.20) ішіндегі корреляциялық функцияны (3.7) алмастыру үшін сүзгі қателерінің орта квадратына келесі формуланы аламыз:

$$D_{\varepsilon} = D_x \cdot \left[ 1 - \frac{A^2}{(1 - B \cdot F^2)^2} \right]$$

Енді (3.2) өрнегін ИС (3.19) деп ауыстыра отырып, біз фильтрдік жауаптың пішінге әсерін азайта аламыз :

$$x_{i,j}^* = B \cdot F \cdot (x_{i-1,j}^* + x_{i,j-1}^*) - (B \cdot F)^2 \cdot x_{i-1,j-1}^* + A \cdot y_{i,j} \quad (3.21)$$

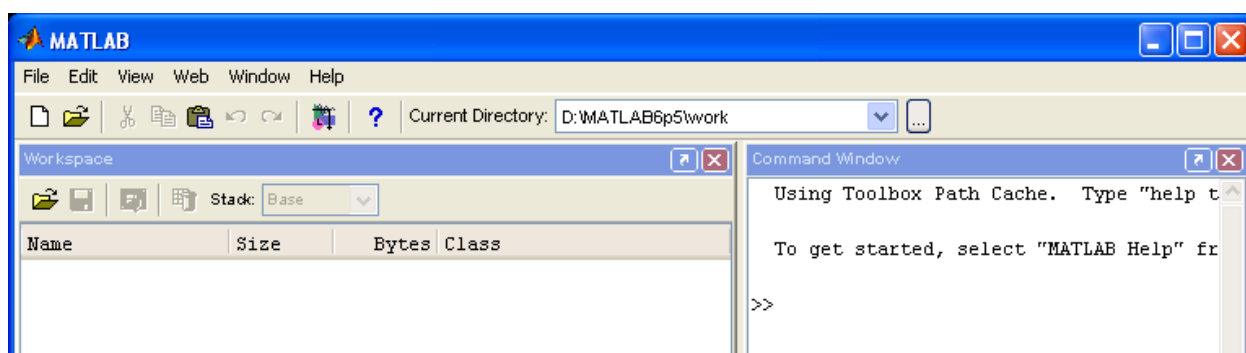
Алгоритмнің қайталанатын сипаты (3.21) бұл сүзгінің маңызды оң сапасы болып табылады. Оның (3.21) сөзінен оның жұмысы барлық үш көбейту операцияларын және үш жиынтықты өндеудің әрбір қадамында орындауды талап етеді, алгоритмнің құрылымы әмбебап және, әсіресе сигналдан шуыл қатынасына тәуелсіз. Салыстыру үшін,  $3 \times 3$  элементтердің маңдайшалық өлшемі бар маска сүзгісі әр сатыда, АИС тоғыз көбейтудің жалпы түрімен және сегіз жиынтығымен орындауды талап етеді. Осылайша, операциялардың саны бойынша қайталанатын сүзгі қарапайым маскадан үш есе асып түседі. Маска сүзгісімен сүзгіштің сапасын жақсартуға қолданылған төңіректі ұлғайта отырып, операциялардың санын көбейтуге және осы сипаттамаға байланысты оның жоғалуын одан әрі жоғарылатуға алып келеді.

Шектеулі өлшемдегі нақты бейнелерді сүзгенде нөлдік жолдың және нөлдік бағанның нүктелерінде баға алудың шекаралық мәселесі туындайды. Табиғи шешім қарапайым (бір өлшемді) Қалман сүзгісін пайдалану болып табылады.

Сипатталған екі өлшемді сүзгіні қолдану мысалы 3.3-суретте көрсетілген., сол портретпен және сол қатысты сигнал/шу -5 дБ эксперимент нәтижесі ұсынылған, маскалық сүзгіні сынау кезіндегі сияқты.

### 3.4 Бейнелерді өңдеу бойынша есептерді шолу. Деректерді қысуда қолданылатын бейнелерді жіктеу

MATLAB орнатқаннан кейін және оны "Бастау" мәзірінен іске қосқаннан кейін немесе командалық жолда "matlab" теру арқылы келесі бастапқы терезе пайда болады (ағылшын нұсқасы):



### Сурет 3.3 -MATLAB 6.5 ортасы терезесі

MATLAB ортасы бірнеше облыстар мен терезелерден тұрады::

- Тақырып жолы
- Мәзір жолы
- Құралдар тақтасы
- Workspace терезесі-жұмыс кеңістігі
- Command Window-команда терезесі
- Command History – команда тарихы терезесі
- Start түймесі –"бастау" мәзірінің аналогы».

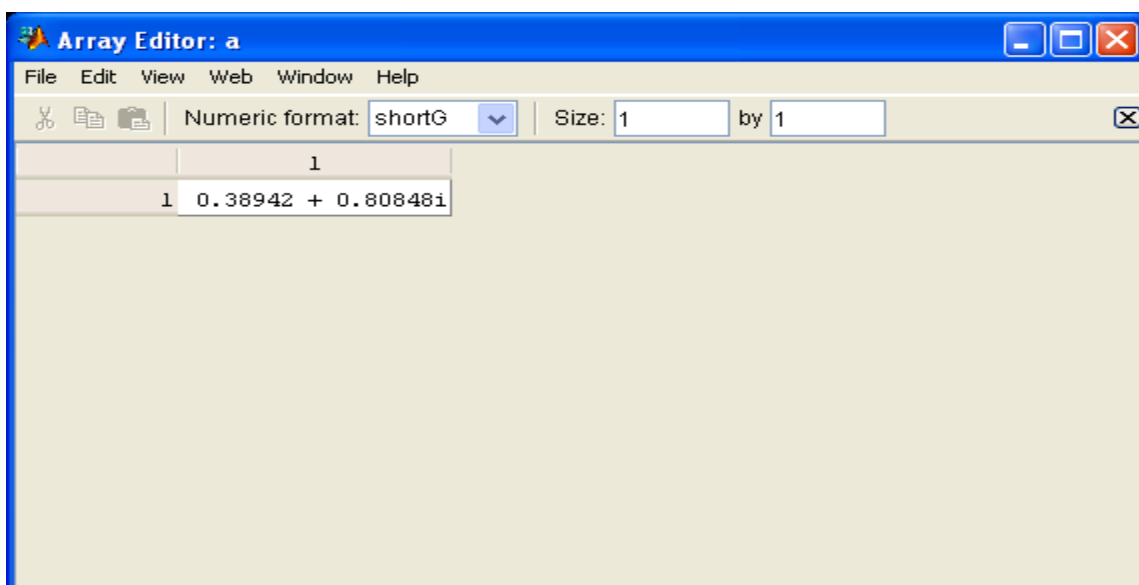
MATLAB[Гонсалес, Вудс] ортасының интерфейсі туралы бірнеше сөз айту керек.

Командалар терезесі (Command Window) – пайдаланушы командалар мен өрнектерді теретін аймақ. MATLAB ортасымен жұмыс сеанс деп аталады, әр сеанста өзінің жұмыс кеңістігі қалыптасады (айнымалылар мен константтар сақталады). Мысалы, келесі өрнек енгіземіз:

`>>a = sin(0.4)+sqrt(cos(4));` Сол жолды енгізуге тырысыңыз, бірақ үтірмен нүкте жоқ. Командалар терезесінде осы айнымалы мәні пайда болады.

Жұмыс кеңістігінде жаңа айнымалы пайда болғанын көреміз, ал командалар терезесінде курсор келесі жолға жылжыды [14].

Қос рет басу арқылы массивтер редакторы (Array Editor):



### Сурет 3.4 - Массивтер редакторы

MATLAB кез келген айнымалыны екі өлшемді массив ретінде ұсынады. Массивтерді нөмірлеу бірліктен басталады. Айнымалы бір кезде, массив бір элементтен тұрады. Осы терезеден деректер пішімін, айнымалы өлшемін білуге болады. Сондай-ақ, оның мәнін өңдеуге болады.

Бізге бағдарлама файлдарының редакторы (М-файл деп аталатын) шақыра білу керек, содан кейін өз функцияларын жазу үшін.

Файлдар кеңейтіледі .m (мысалы, name.m). Файлдарға командалар терезесінен шақырылатын функциялар жазылады. Бұл MATLAB жүйесінің интерфейсі туралы ең төменгі көрініс деңгейі. Үйде толығырақ танысыңыз.

Бұдан әрі суреттерді өңдеу процесінде шешілетін тапсырмаларды шолу жасаймыз.

Дерек көздерде "бейнелерді өңдеу" [Wikipedia] ұғымының келесі анықтамасы келтіріледі: кіріс деректері кескінмен, мысалы, фотосуреттермен немесе бейнекадрлармен ұсынылған ақпаратты өңдеудің кез келген түрі. Бейнелерді өңдеу шығу кезінде (мысалы, полиграфиялық тираждауға, телетрансляцияға дайындық және т.б.) бейне алу үшін де, басқа ақпарат алу үшін де (мысалы, мәтінді тану, микроскоп өрісіндегі жасушалардың саны мен түрін есептеу және т. б.) жүзеге асырылуы мүмкін. Статикалық екі өлшемді бейнелерден басқа, пішін сияқты уақыт өзгертін бейнелерді өңдеу қажет.

Бейнелерді өңдеу тапсырмалары үшін жіктеу схемасын ұсынамыз [Гонсалес, Вудс]:



Сурет 3.5 -Бейнелерді өңдеу есебінің типтерін жіктеу

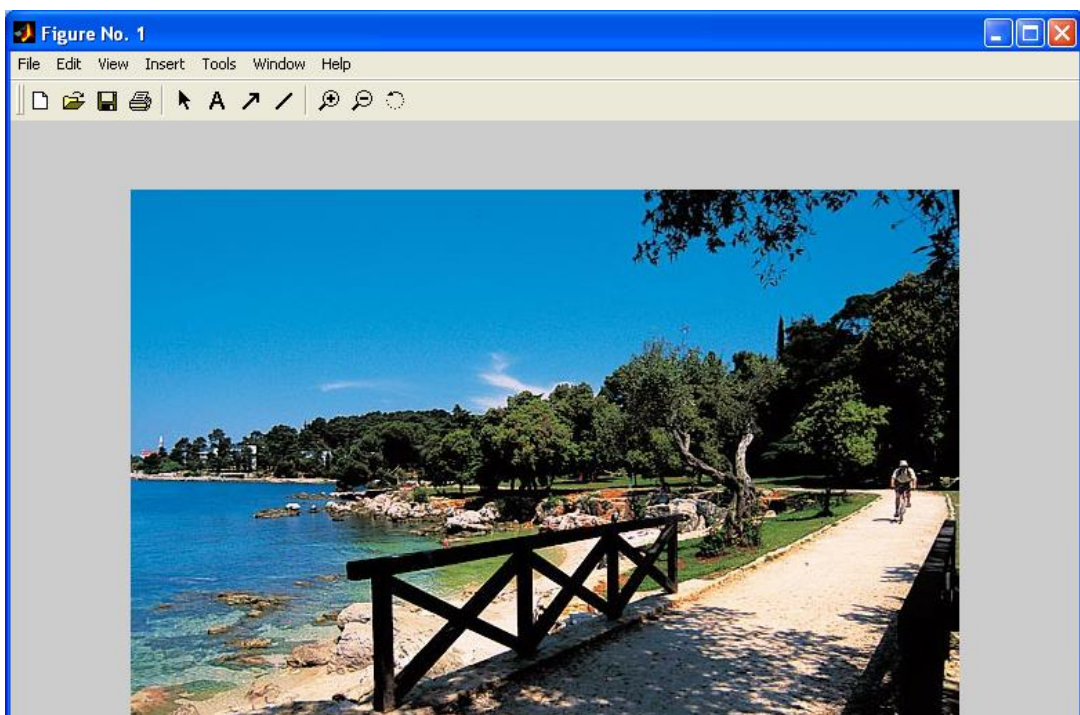
Бізді суреттерді қысу міндеті қызықтырады. Мысалы, бірінші топтың есебін келтіреміз[Гонсалес, Вудс].

- MATLAB ортасын іске қосу.

- Бейнені MATLAB ортасында жүктеу. Ол үшін алдымен бастапқы суреттің СоруPath утилитасымен жолды көшіріңіз. Ортасында бейнені ашу командасын енгіземіз:

```
>>S = imread('жолы');
Нәтижесінде жұмыс кеңістігі терезесінде тиісті параметрлерді алатын S айнымалысы пайда болады. Бастапқы бейнені қарау:
>>imshow(S);
```

Нәтижесінде бастапқы кескіні бар терезе пайда болады::



Сурет 3.6 -Бастапқы бейнесі бар ортаны қарау терезесі

Өңдеу пәрмендерін орындау алдында оны түрлендіру ұсынылады:

```
>> S = double(S)/255;
```

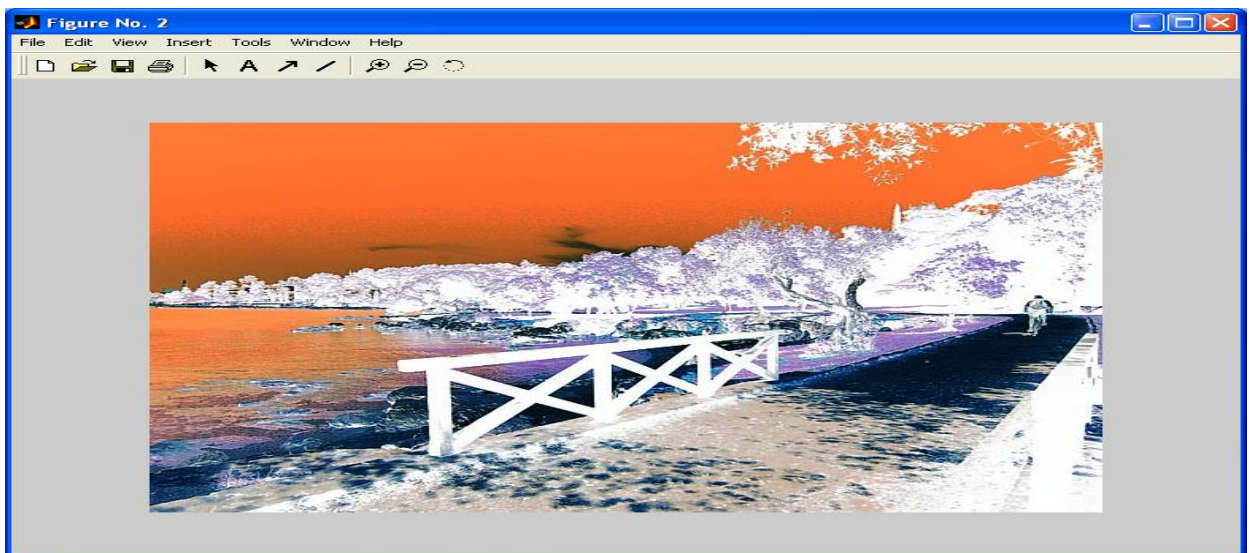
Кескіндерге арналған «Double» параметрі тек екі түс қолданады. Нүктеден кейін бөлу әрекетін пайдалану осы әрекетті элементсіз орындауды білдіреді.

Арнайы пәрмендер арқылы бейненің жарықтығын өзгертуге болады. Мысалы, бірізділікті енгізу:

```
>>g1 = imadjust(S, [0 1], [1 0]);
```

```
>>figure(2), imshow(g1);
```

Жарықтық түрлендіру нәтижесін, яғни, команданы қолдану:



Сурет 3.7 -Бейненің жарықтығын түрлендіру

Мысалы, gamma параметрі бар функцияның параметрлерін өзгертетін болсақ, нәтижелерді модельдей аламыз. Егер ол 1-ден көп болса, онда сурет жарқын болады, егер нөлден аз болса, одан аз жарқын. gamma параметрі 2-ге тең болған жағдайда мысал.

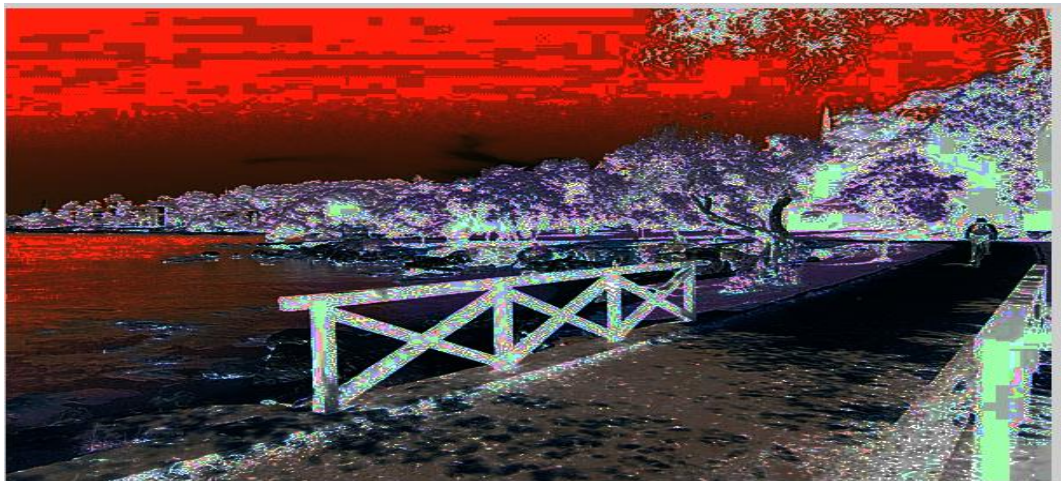
```
>> g2 = imadjust(S, [0 1], [1 0], 2);
```





Сурет 3.8 -Пайдалану кезінде бейне жарықтығын түрлендіру  
 $\gamma = 2$

Егер  $\gamma = 0.2$  параметрін таңдасаңыз, жарқын сурет осылай көрінеді:



Сурет 3.9 -  $\gamma = 0.2$  параметрі

Бейнелерді сүзу мысалын келтірейік. Сүзгілеу деп бейненің сол немесе жаңа ауқымындағы бейнесін алу үшін суреттің кейбір матрицасын қолдануға болады. Тек мысал келтірейік.

Командалар терезесінде `help imfilter` тереміз. Бейнелерді сүзу бойынша анықтама шығады. Үлгіні пайдаланып, командалардың келесі ретін тереміз:

```
>> h = fspecial('motion',50,45);  
>> rgb2 = imfilter(S,h);  
>> imshow(S), title('Original');  
>> figure, imshow(rgb2), title('Filtered')
```

Нәтижесінде келесі бейнені өңдеу әсерін аламыз:

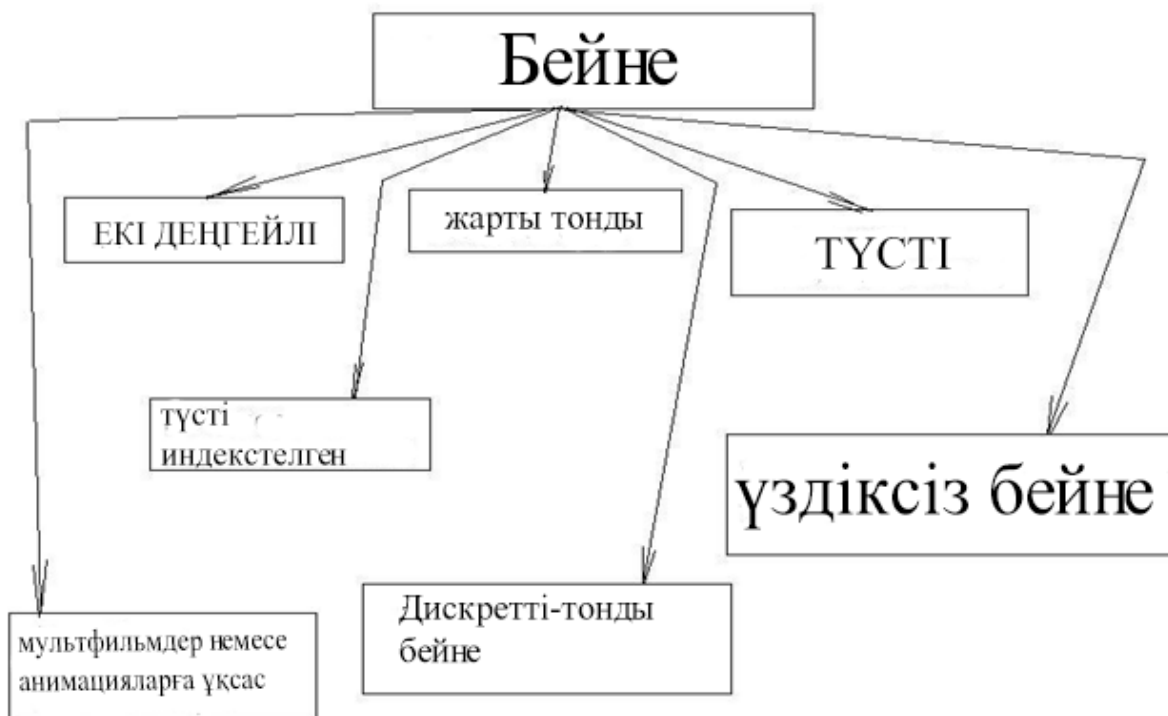


Сурет 3.10 - Сүзгіні қолдану нәтижесі

Бейнелерді өңдеудің қалған мысалдарымен өзіңіз таныссаңыз болады. Бізді одан әрі мұқият бейнені қысу міндеті қызықтырады.

Пайдалы ақпаратты күшейту және қажетсіз (нақты міндет контекстінде) ақпаратты басу міндеті өте маңызды болып табылады. Қалаусыз ақпаратты басу суреттерді қысу алгоритмдерін пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Біздің сабақтарда біз JPEG қысу алгоритмдерін, вейвлет және фракталды түрлендірулерді қарастырамыз.

Содан кейін [Salomon, 2006] зерттеуінде қолданылатын кескіндердің жіктелуін келтіреміз:



Сурет 3.11 -Бейнелерді жіктеу

Бейне түрі компьютерде оны түсіндіру жолын анықтайды.

MATLAB ортасында бейнелердің әр түрін бейнелеуге болады. Бейне түрі [http://matlab.exponenta.ru -MATLAB кеңес беру орталығы] MATLAB жүйесі бейнелерді интерпретациялау тәсілін анықтайды. Бейненің төрт түрі қолданылады:

Екілік (екі деңгейлі) бейне– сәйкесінше қара және ақ түс ретінде түсіндірілетін бірліктер мен нөлдерді ғана қамтитын логикалық массив. Сондай-ақ, пиксельдерде тек екі қарқындылық деңгейі бар екі деңгейлі бейнелер бар, міндетті емес 1 және 0.

- Индекстік (Indexed) – пиксельдің мәні палитрадан индекстер болып табылатын logical, uint8, uint16, single немесе double пішіміндегі массив. Палитра-double форматында ұсынылған  $m \times 3$  өлшемдік массив. Қазір біз түсіндіреміз мысалдар мәселенің мәні.

Индекс бейнесі массивтен және бояғыштан тұрады [www.matlab.exponenta.ru]. Массивтің пиксель мәндері палитра мәндері болып табылады. Мұндай кескін арнайы арнайы пәрменді пайдаланып тұрақты түспен бейнеленген. Алдымен бейне, содан кейін түсініктеме мен командалар..

Палитраны және индекстік бейнені командалар терезесінен алу үшін келесі кодты теріңіз:




```

>>S = imread('I:\Аспирантура-aspire\test.jpg');
>> [X map] = rgb2ind(S, 0.65, 'nodither');
>> figure(1), title('palett'); imshow(X, map);
  
```



```
>> figure(2), imshow(map);
```

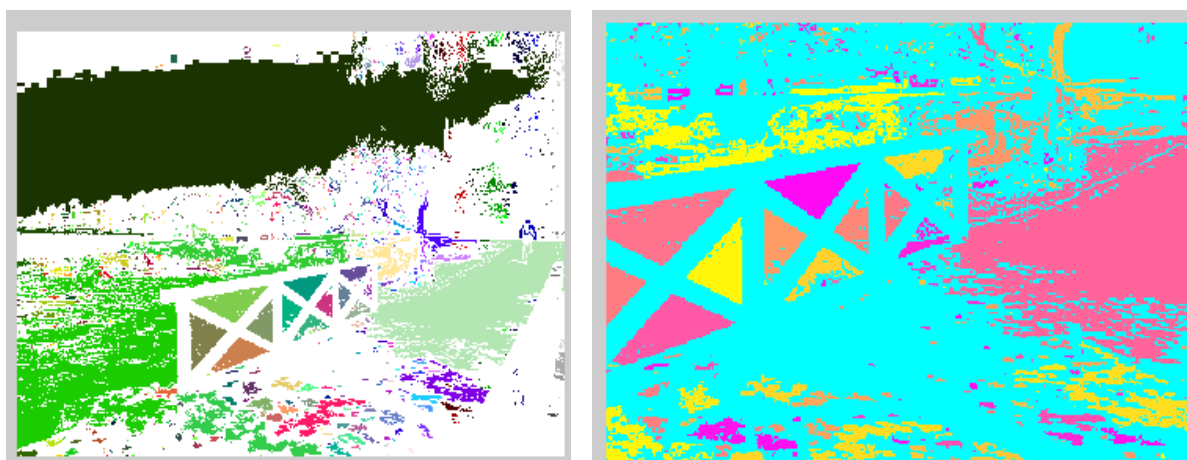
Нәтижесінде әртүрлі терезелерде бейнені және оның палитрасын шығарамыз. Жұмыс кеңістігі терезесінде үш айнымалылар пайда болады:

Name	Size	Bytes	Class
 S	442x600x3	795600	uint8 array
 X	442x600	265200	uint8 array
 map	17x3	408	double array

Сурет 3.12 -Бейне мен палитраға сәйкес айнымалылар

Мұнда S -  $442 \times 600 \times 3 = 795600$  байт көлеміндегі түпнұсқалық кескін, X - бастапқы кескіннен түрлендірілген индекс бейнесі. Ал бояғышты 17 - 3 матрица болып табылады, ал қосарланған массивтің форматтары оның элементтері нөлдер және бірліктер дегенді білдіреді. Сонымен қатар, [Н.Ш.Хусаинов, Таганрог, 2008] осы массивтердің элементтері белгісі бар немесе белгісіз 8-биттік сандар дегенді білдіреді. Әйтпесе - 8 бит кескіннің бейне ұсынуына бөлінген. Үш компонент қызыл, көк және жасыл (R, G, B) болғандықтан, барлығы пикселге 24 бит бөлінген..

Сондай-ақ, жалған түсті бейнелер де аталады. Оларды әдеттегі жерден алуға болады. Әрбір бейненің сипаттарын анықтайтын белгі матрицасы бар. Бұл матрицаның әрбір элементі бейне палитрасымен байланысты. Алдымен жалған бейнелердің мысалдарын келтірейік



Сурет 3.13 -Жалған түсті бейнелердің үлгісі

Мәндерді алу үшін кодтар:

```

>> BW = im2bw(S, graythresh(S));
>> imshow(BW);
>> L = bwlabel(BW);
>> RGB = label2rgb(L);
>> RGB2 = label2rgb(L, 'spring', 'c', 'shuffle');
>> imshow(RGB), figure, imshow(RGB2);

```

Кестеде MATLAB ортасына біріктірілген пакеттердің есебін келтіреміз [www.matlab.exponenta.ru].

Кесте 3.1 - MATLAB 6.5 ортасы пакеттерінің мүмкіндіктері

Құрал	Мүмкіндіктері
Сигналдар мен бейнелерді өңдеу- Signal Processing Toolbox	Аудио - және бейне ақпараттарды өңдеу, телекоммуникация, геофизика, нақты уақыт режимінде басқару міндеттері, экономика, қаржы және медицина
Бейнелерді өңдеу – Image Processing	Сандық өңдеу және бейнелерді талдау
Коммуникациялық жүйелер – Communication Toolbox	Цифрлық және аналогтық жүйелер мен байланыс және ақпарат беру құрылғыларының модельдерін әзірлеу, талдау және тестілеу
Жүйені сәйкестендіру – System Identification Toolbox	Бақыланатын кіріс / шығыс деректер негізінде динамикалық жүйелердің математикалық модельдерін құру
Вейвлет- талдау – Wavelet Toolbox	Вейвлет-бейнелерді талдау. Бейнелерді талдау және қысу үшін қолданылады
Сандық сүзгілермен жұмыс – Filter Design Toolbox	Цифрлық сүзгілерді жобалау, имитациялау және талдау жүйесі, сондай-ақ сигналдарды неғұрлым тиімді өңдеу, оларды дискреттеу, нақты уақыт жүйелерін жобалау үшін пайдаланылуы мүмкін

Осылайша, MATLAB жүйесі сигналдар мен бейнелерді өңдеу тәсілдерін зерттеу үшін кең мүмкіндіктер береді. Сонымен қатар, оның көмегімен кіріс сигналының сипаттамасын алуға болады. Бейне үшін бұл гистограмма болады. Гистограмма бейненің негізгі сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік береді, пиксельдердің мәндерінің қалай таралғанын түсінуге мүмкіндік береді. Мысалы, жартылай тондық және бинарлық бейнелер үшін гистограмма жасаймыз. Жартылай реңкті бейне үшін Гистограмма түс картасы деп аталады және пиксель жарығының таралуын көрсетеді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыста сандық бейнелерді өңдеу әдістері келтірілген. Ақпараттық жүйелерде алынған бейнелер өте сирек сандық формаға ие. Сондықтан оларды түрлендіру - цифрлық өңдеуде, беруде, сақтауда қолдануға арналған болса, міндетті операция болып табылады. Бір өлшемді сигналдар сияқты, бұл түрлендіру екі процедураны қамтиды. Біріншіден, үздіксіз кадрды дискретпен ауыстыру немесе әдетте дискреттеу деп аталады, ал екіншісі кванттық мәндер жиыны бар үздіксіз жарықтық мәндерінің жиынтығын ауыстырады және кванттау деп аталады. Көптеген ақпараттық жүйелер бақылаушы пайдалануы үшін экранды бейнелейтін кескін түрінде деректерді өңдеу нәтижелерін ұсынуды пайдаланады. Мұндай презентацияны ұсынатын рәсім визуализация деп аталады. Қайта өңдеу арқылы бұл қасиеттерді бейнелеу үшін қажет, себебі оның адам қабылдауы мүмкіндігінше ыңғайлы болар еді.

Сонымен қатар, бейнелерді сүзу, оңтайлы сызықты сүзу, аддитивті ақшудың және т. б. болған кезде бейнелерді маскалық сүзу қарастырылған. Осылайша, MATLAB жүйесі сигналдар мен бейнелерді өңдеу тәсілдерін зерттеу үшін кең мүмкіндіктер береді. Сонымен қатар, оның көмегімен кіріс сигналының сипаттамасын алуға болады. Сурет үшін бұл гистограмма болады. Гистограмма суреттің негізгі сипаттамаларын анықтауға мүмкіндік береді, пиксельдердің мәндерінің қалай таралғанын түсінуге мүмкіндік береді. Мысалы, жартылай тондық және бинарлық бейнелер үшін гистограмма жасаймыз. Жартылай реңкті сурет үшін Гистограмма түс картасы деп аталады және пиксель жарықтығын көрсетеді.

## ПАЙДАЛАНЫЛГАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Корн Г., Корн Т. Справочник по математике.- М.: Наука, 1973.
- 2 Бронштейн Н.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике.- М.: Наука, 1966.
- 3 Faugeras O. Tree Dimensional Computer Vision.- MITPress, 1993.
- 4 Рао С.Р. Линейные статистические методы и их применения.- М.: Наука, 1968.
- 5 Бард Й. Нелинейное оценивание параметров.- М.: Статистика, 1979.
- 6 Hu X., Ahuja N. Motion and Structure Estimation Using Long Sequence motion models.// Image and Vision Computing. -1993. -V.11. -№9. -P.549 – 569.
- 7 Maybank S., Faugeras O. A. Theory of Self-calibration of a Moving Camera.// International Journal of Computer Vision. -1992. -V.8. -№2. -P.123 - 151.
- 8 ХорнБ.К.П. Зрениероботов. -М.: Мир, 1989. 6.9. Popov S.A., Kirichuk V.S. Algorithm of Estimation of the Geometric Parameters of the System of Two Projection Cameras by the Method of the Least Squares (MLS). //Pattern Recognition and Image Analysis, -1999, -N2, -p.304.
- 10 Прэтт У. Цифровая обработка изображений. -М.: Мир. 1982.
- 11 Марр Д. Зрение: информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов. -М.: Радио и связь, 1987.
- 12 Жизняков, А.Л. Статистическая модель пространственно неоднородного изображения / А.Л. Жизняков // Системы, методы обработки и анализа данных . Ташкент: НПО “Кибернетика” АН РУз. – 1997. – С.127-135.
- 13 Жизняков, А.Л. Некоторые подходы к скелетизации полутоновых изображений / А.Л. Жизняков, С.С. Садыков, С.П. Серков // Компьютерные технологии обработки и анализа данных: сб. научн. трудов. - Ташкент: НПО «Кибернетика» АН РУз, 2000. С.12-15
- 14 Жизняков, А.Л. Возможности использования вейвлет преобразований в компьютерной томографии / А.Л. Жизняков, С.В. Кошелев // Обработка информации:системы и методы.– М.:Горячая линия – Телеком. 2003. – С. 19-24

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ  
ПІКІРІ**

Утегенқызы Наргиза

**5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация**

**Тақырыбына: Цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері**

Дипломдық жобада Утегенқызы Наргиза цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері қарастырылған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері қарастырылған.

Екінші бөлімде виртуалды жеке желілерді анықтау, Элементтік түрлендіру арқылы бейнелердің визуалды сапасын жақсарту, сызықты бейне, бейнені солярзациялау қарастырылған.

Үшінші бөлімде есептеулер жүргізілген. Бейнелерді сүзгілеу, оңтайлы сызықтық сүзгілеу, аддитивті ақ шудың қатысуымен бейнелерді сүзу жүргізілген.


Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

Дипломдық жұмыста сандық бейнелерді өңдеу әдістері келтірілген. Ақпараттық жүйелерде алынған бейнелер өте сирек сандық формаға ие. Сондықтан оларды түрлендіру - цифрлық өңдеуде, беруде, сақтауда қолдануға арналған болса, міндетті операция болып табылады. Бір өлшемді сигналдар сияқты, бұл түрлендіру екі процедураны қамтиды. Біріншіден, үздіксіз кадрды дискретпен ауыстыру немесе әдетте дискреттеу деп аталады, ал екіншісі кванттық мәндер жиыны бар үздіксіз жарықтық мәндерінің жиынтығын ауыстырады және кванттау деп аталады.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Утегенқызы Наргиза алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Диплом алдындағы қорғауға жіберілді.

Ғылыми жетекші

ЭТЖҒТ/каф техн.ғыл.докт., профессор

 Н.Г. Исембергенов

« 20 » 03 2019 ж.



## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ

### ШҚІРІ

Утегенқызы Наргиза

**5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация**

#### **Тақырыбына: Цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері**

Дипломдық жобада Утегенқызы Наргиза цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері қарастырылған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері қарастырылған.

Екінші бөлімде виртуалды жеке желілерді анықтау, Элементтік түрлендіру арқылы бейнелердің визуалды сапасын жақсарту, сызықты бейне, бейнені соляризациялау қарастырылған.

Үшінші бөлімде есептеулер жүргізілген. Бейнелерді сүзгілеу, оңтайлы сызықтық сүзгілеу, аддитивті ақ шудың қатысуымен бейнелерді сүзу жүргізілген.

Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

Дипломдық жұмыста сандық бейнелерді өңдеу әдістері келтірілген. Ақпараттық жүйелерде алынған бейнелер өте сирек сандық формаға ие. Сондықтан оларды түрлендіру - цифрлық өңдеуде, беруде, сақтауда қолдануға арналған болса, міндетті операция болып табылады. Бір өлшемді сигналдар сияқты, бұл түрлендіру екі процедураны қамтиды. Біріншіден, үздіксіз кадрды дискретпен ауыстыру немесе әдетте дискреттеу деп аталады, ал екіншісі кванттық мәндер жиыны бар үздіксіз жарықтық мәндерінің жиынтығын ауыстырады және кванттау деп аталады.

Студент дипломдық жобаны жасауда өздігінен жұмыс істеу қабілетін көрсете алды. Дипломант Утегенқызы Наргиза алдына қойған инженерлік есептерді шеше алатынын, әдебиеттермен жұмыс істей алатынын көрсетті. Жалпы дипломдық жобаны "95/А/өте жақсы", деп бағалап, ал студент Утегенқызы Наргиза 5B071900 - «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» мамандығы бойынша техника және технологиялар бакалавры біліктілігіне сай.

Ғылыми жетекші

ЭТЖТ каф техн.ғыл.докт., профессор

 Н.Т. Исембергенов

« 05 » 05 2019 ж.

## СЫН – ПІКІР

дипломдық жоба

Утегенқызы Наргиза

**5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация**

**Тақырыбына: Цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері**

Орындалды:

- а) графикалық бөлімі 30 бет;  
б) түсіндірме жазбасы 52 бет.

### ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ ЖАСАУ

Дипломдық жобада Утегенқызы Наргиза цифрлы бейнелерді өңдеу тәсілдері қарастырылған. Дипломдық жұмыс келесі бөлімдерден тұрады:

Бірінші бөлімде үздіксіз бейнелерді дискреттеу және кванттау, Үздіксіз бейнелерді дискретизациялау, т.б. қарастырылған.


Екінші бөлімде элементтік түрлендіру арқылы бейнелердің визуалды сапасын жақсарту, бейнені соляризациялау, бейнелерді сүзгілеу. қарастырылған.

Үшінші бөлімде есептеулер жүргізілген. Бейнелерді өңдеу бойынша есептерді шолу. Деректерді қысуда қолданылатын бейнелерді жіктеу, Матлаб программасында бейнелердің сапасын жақсартуда модельдер жасалған.

Жұмысқа ескерту, жұмыста грамматикалық қателер кездеседі. Жалпы, бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғары дәрежеде жазылған, алынған нәтижелер ақпаратты өңдеп тарату технологиялардағы ғылыми бағытқа жауап береді.

### Жұмыс бағасы

Жалпы, дипломдық жұмыс "95/A/ өте жақсы" деген бағаға, ал студент Утегенқызы Наргиза 5B071900 - РЭТ мамандығы бойынша техника және технологиялар «бакалавр» академиялық дәрежесіне ұсынылады.

Рецензия беруші  
ҚазҰАУ, ЭҮЖА каф.  
меңгерушісі, доктор PhD.,  
қауымдастырылған профессор  
 Ж.С. Шыныбай  
«    »      2019 ж.