

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ
Қ.И.СӘТБАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ТЕХНИКАЛЫҚ
УНИВЕРСИТЕТІ**

**Ақпараттық және телекоммуникациялық технологиялар институты
Есептеу техника кафедрасы**



А.О.Сағымбекова

**ГРАФИКАЛЫҚ АҚПАРАТТЫ ӨНДЕУ
ЖҮЙЕЛЕРІ МЕН ЖАБДЫҚТАРЫ**

**Пәннің оқу-әдістемелік кешені
(5B070400 – «Есептеу техника және бағдарламалық қамтамасыз ету»
мамандығы үшін)**

Алматы 2012

ҚҰРАСТЫРУШЫ: А.О. Сағымбекова. Графикалық ақпаратты өңдеу жүйелері мен жабдықтары. Пәннің оқу-әдістемелік кешені (5B070400 – «Есептеу техника және бағдарламалық қамтамасыз ету» мамандығы үшін). – Алматы: Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, 2012. Б. 1- 83.

Аңдатпа (аннотация). Оқу-әдістемелік кешен 5B070400 – «Есептеу техника және бағдарламалық қамтамасыз ету» мамандықтарының студенттері үшін «Графикалық ақпаратты өңдеу жүйелері мен жабдықтары» пәнінен толық әдістемелік қамтаманы қамтиды. Кешенге дәрістің қысқаша конспектісі, зертханалық жұмыстарға, бақылау жұмыстарына арналған әдістемелік нұсқаулар кіреді. Барлық әдістемелік нұсқауларда тапсырманың нұсқалары, оларды орындауға типтік мысалдар қамтылған. Әр тақырыпқа сәйкес бақылау сұрақтары қарастырылып, әдебиеттерге сілтеме жасалған, сонымен қатар тест сұрақтарының типтік мысалдарымен жабдықталған. Әдістемелік нұсқау аудиториялық сағаттармен қатар, СӨЖ үшін де белгіленген.

Нәтижелік жол (11 кесте, 20 сурет)

Пікір беруші: техн.ғыл.канд., доцент Касимов А.О.

Қазақстан Республикасы Ғылым және білім министрлігімен 2009 жылғы бекітілген типтік оқу бағдарламасы бойынша басылымға шығарылады

© Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ, 2012

1 ПӘННІ ОҚУ БАҒДАРЛАМАСЫ – SYLLABUS

1.1 Оқытушылар жөніндегі деректер:

Пәнді жүргізуші: Сағымбекова Ажар Орынғалиқызы, «Есептеу техника» кафедрасының аға оқытушысы.

Байланыс телефондары: 257-71-60

Кафедрада болу уақыты
ауд. 211 БОҒ, 9.00-18.00

1.2 Пән жөніндегі деректер:

Аты Графикалық ақпаратты өңдеу жүйелері мен жабдықтары

Кредиттер саны 3 (үш)

Өткізетін орны Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТУ аудиториялары

1 кесте

Оқу жоспарынан көшірме

Курс	Семестр	Кредиттер	Аптадағы академиялық сағаттар					Бақылау формасы
			Дәрістер	Зертх.сабақтар	СӨОЖ	СӨЖ	Барлығы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	4	3	2	1	3	3	9	Емтихан

1.3 Алдыңғы реквизит: «Ақпараттану», «Алгоритмдік тілінде бағдарламалау».

1.4 Кейінгі реквизиттер: Пәнді оқудан алынатын білім дипломдық жобалау кезінде қолданылады.

1.5 Қысқаша түсінік

Пәнді оқыту мақсаты. «Графикалық ақпаратты өңдейтін жүйелері мен құралдары» курсына сигналдарды цифрлық өңдеу теорияларының негізі, сигналдарды цифрлық өңдеу құрылғыларын талдау, синтездеу және бейнелеу теориясы мен практикасында цифрлық өңдеу әдістерінің қосымшалары негізгі тақырып болмақ.

Пәнді оқыту міндеттері. Осы курсты оқу барысында студенттер сигналдар мен бейнелерді цифрлық өңдеудің нақтылығы мен қызметін, бейнелерді сақтау тәсілдерін, сигналдар мен бейнелерді кодтау және түрлендіру, компьютерлік кескіндеме және визуалды ақпараттар жайлы жүйеленген білім алып шығуы керек.

1.6 Тапсырмалардың тізімі мен түрлері

2 кесте

Тапсырмалар түрі мен оларды орындау мерзімі

Бақылау түрлері	Жұмыстар түрлері	Жұмыс тақырыбы	Ұсынылатын әдебиеттерге сілтеме	Тапсыру мерзімі
Ағымдық бақылау	ЗЖ1	Photoshop ортасында көріністердің визуалды сапасын жақсарту	3[4-6], 7	1 апта
Ағымдық бақылау	ӨЖ1	Графикалық жүйелердің архитектурасы	1[31-40], 2[97-106], 3[12-20], 6[12-15]	2 апта
Ағымдық бақылау	ЗЖ2	Растрлық алгоритмдерді жүзеге асыру. Безье қисығын құру	1[54-63], 3[20-21], 6[75-80]	3 апта
Ағымдық бақылау	ӨЖ3	Графикалық жұмыс станцияларының архитектурасы	1[41-44], 2[105-111], 3[12-20], 6[35-41]	4 апта
Ағымдық бақылау	ЗЖ3	Растрлық алгоритмдерді жүзеге асыру. Қалың түзуді шығару алгоритмі	1[40-44], 2[8-13], 4[40-50]	5 апта
Ағымдық бақылау	ӨЖ6	Компьютерлі графиканың алгоритмдерін зерттеу (түзуді, шеңберді, эллипсті, Безье қисығын құру, заливка, толтыру, текстурирование)	1[31-40], 2[97-106], 3[12-20], 6[12-15]	6 апта
Ағымдық бақылау	ЗЖ4	Растрлық алгоритмдерді жүзеге асыру. Шеңберді құруға арналған Брезенхем алгоритмі	3[12-20]	7 апта
Аралық бақылау	РК1	1 модуль бойынша бақылау жұмысы		8 апта
Ағымдық бақылау	ЗЖ5	Графикалық форматтарының спецификацияларын талдау және көріністерге ақпаратты ендіру алгоритмдерін жүзеге асыру	3[7-10], 3[42-44], 6[23-29], 7	9 апта
Ағымдық бақылау	ӨЖ9	Рендеринг конвейер	3[25-28, 33-35], 6[130-141]	10 апта
Ағымдық бақылау	ЗЖ6	Көріністердің объектілерінің шекараларын анықтау	3[25-28, 33-35], 6[130-141]	11 апта
Ағымдық бақылау	ӨЖ12	Кеңістікті аймақта деректерді жасыру	1[97-119], 2[162-193], 6[23-29]	12 апта
Ағымдық бақылау	ЗЖ7	Көріністердің фрактальді компрессиясы	3[61-69]	13 апта
Ағымдық бақылау	ӨЖ15	Қолданбалы визуализация жүйесінің архитектурасы	3[61-69]	14 апта
Аралық бақылау	РК2	2 модуль бойынша бақылау жұмысы		15 апта
Қорытынды бақылау	Емтихан			

1.7 Әдебиеттер тізімі

Негізгі әдебиеттер

1. Айфичер Э. С.; Джервис Б. У. Цифровая обработка сигналов М.: Мир, 2004.
2. Основы компьютерной стеганографии: Учеб.пособие для вузов/ А.В. Аграновский, П.Н. Девянин, Р.А.Хади, А.В.Черемушкин – М.: Радио и связь, 2003
3. Дмитриева М.В. Методические указания «Улучшение визуального качества изображений в среде Potoshop» к лабораторной работе по дисциплине «Цифровая обработка сигналов и изображений» для студентов спец. 3701, 3706. Алматы: Издательство КазНТУ, 2003.
4. Дмитриева М.В. Методические указания «Обработка изображений методом фрактальной компрессии» к лабораторной работе по дисциплине «Цифровая обработка сигналов и изображений» для студентов спец. 3701, 3706. Алматы: Издательство КазНТУ, 2003.

Қосымша әдебиеттер

1. Рабинер Л.Р.; Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981.
2. Шикин Е.В., Боресков А.В. Компьютерная графика. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1995.
3. Куприянов Н. И.; Рисуем на компьютере: Word, Photoshop, CorelDRAW, Flash– М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2006

1.8 Білімді бақылау және бағалау.

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық университетінде барлық курстар және барлық пәндер бойынша оқытудың несиелік технологиясында студенттердің білімдерін рейтингілік бақылау қолданылады. Білімді бағалау жөніндегі мағлұматтар пайыздық-рейтингілік түрде көрсетіледі.

Барлық пәндер үшін бақылаудың мынадай түрлері орнатылған: ағымдық бақылау, аралық бақылау, қорытынды бақылау.

Ағымдық бақылау түрлеріне мыналар жатады: бақылау жұмыстары, рефераттар, семестрлік тапсырмалар, зертханалық жұмыстарды орындау және т.б. Қорытынды бақылауға емтихан жатады. Қорытынды бақылаудың түріне байланысты мынадай бақылау түрлері (пайыздық көрсеткіште) қолданылады (3-кесте).

3-кесте

Бақылау түрлеріне байланысты рейтингтік пайыздарды бөлу

Қорытынды бақылау түрі	Бақылау түрлері	%
Емтихан	Қорытынды бақылау	100
	Аралық бақылау	100
	Ағымдық бақылау	100

Ағымдық бақылаудың нәтижелерін өткізу мерзімі пән бойынша оқу процесінің күнтізбелік кестесімен белгіленеді (4-кесте). Ағымдық бақылау саны пәннің оқу-әдістемелік кешенінде көрсетілген пәннің мазмұнымен және оның көлемімен анықталады.

4-кесте

«Графикалық ақпаратты өңдеудің жүйелері мен жабдықтары» пәні бойынша барлық бақылау түрлерін тапсырудың күнтізбелік кестесі

Апталар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Апталық бақылау саны	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Бақылау түрлері	ЗЖ1	ӨЖ1	ЗЖ2	ӨЖ3	ЗЖ3	ӨЖ6	ЗЖ4	АБ1	ЗЖ5	ӨЖ9	ЗЖ6	ӨЖ12	ЗЖ7	ӨЖ15	АБ2

Бақылау түрлері: ЗЖ – зертханалық жұмыс, ӨЖ - өздік жұмыс, АБ – аралық бақылау; КЖ – курстық жұмыс.

Пәннің қорытынды бағасы шкала бойынша (5-кесте) анықталады.

5-кесте

Студенттің білімін бағалау

Баға	Әріптік шама	Рейтингтік балл (пайызбен, %)	Балл бойынша
Өте жақсы	A	95-100	4
	A-	90-94	3,67
Жақсы	B+	85-89	3,33
	B	80-84	3,0
	B-	75-79	2,67
Қанағаттанарлық	C+	70-74	2,33
	C	65-69	2,0
	C-	60-64	1,67
	D+	55-59	1,33
	D	50-54	1,0
Қанағаттанарлықсыз	F	0-49	0

Модульдер және аралық аттестация бойынша өткізілетін бақылау сұрақтарының тізімі

1-модуль бойынша өткізілетін бақылау сұрақтарының тізімі:

1. Ақпаратты өңдейтін қандай құралдар пайдаланады?
2. Ақпараттың цифрлық өңдеудің ерекшелігі неде?
3. Қазіргі уақытта сигналды тасымалдаудың қауіпсіздігін қалай қамтамасыз етіледі?
4. "Бейне" ұғымы деп нені түсінесіз?
5. А.Розенфельд бейнеге қандай түсініктеме берді?
6. Бейнені сипаттаудың қанша әдісі бар. Олардың артықшылығы мен кемшілігі?
7. Дискретті сигнал қалай сипатталады?
8. Үздіксіз сигналдың дискретизациялауы қалай жүзеге асады?
9. Сигнал спектрі дегеніміз не?
10. Кванттау процессінің негізі неде?
11. Кванттау дәрежесінің саны неге әсер етеді?
12. Цифрлық – аналогты түрлендірулердің қандай қасиеттерді ?
13. Фурье дискретті түрлендіру мәні неде?
14. Z–түрлендірудің және кері формулаларын қалай алуға болады?
15. Жұп және тақ косинусты түрлендірулердің айырмашылығы неде?

2-ші модуль бойынша бақылау сұрақтары:

1. Нақты уақыт шағындағы графикалық ақпаратты өңдеудің ерекшеліктері неде?
2. ЦСП және қарапайым микропроцессорлар арасындағы айырмашылық қандай?
3. Файл форматы және мүмкіндігін білу қашан қажет?
4. Үзіліссіз бақылау тізбегінің төменгі және жоғарғы шекарасы деп нені атайды?
5. Анимацияның қандай топтары бар?
6. Ақпаратты қандай әдістермен қорғауға болады?
7. Криптография және стеганография арасындағы айырмашылық неде?
8. Стегожүйе қандай мақсатпен зерттеледі?
9. Қандай стегожүйе тұрақты болып табылады?
10. Цифрлық стеганография жүйелері қалай классификацияланады?
- 11, Мәліметтердің компьютерлік форматтарының арнайы қасиеттеріне қандай стеганография әдістері негізделеді?
12. Ақпаратты аддитивті енгізу алгоритмінің мәні неде?
13. Ақпаратты енгізудің сызықты емес әдістерінің мәні неде?
14. Кванттау процессінің мәні неде? Кванттаудың қандай түрлері бар?
15. Кванттауға негізделген ақпаратты енгізу алгоритмінің мәні неде?

Өтпелі аттестация өткізуге дайындық сұрақтары:

1. Цифрлық өңдеу сигналдар амалдарын атап көрсетіңіз?

2. Аналогты сигналды цифрлық түріне келтіргенде қанша негізгі қадам жасау керек?
3. Нақты уақытта графикалық ақпаратты өңдеу үшін қандай ақпаратты құрылғы қолданылады?
4. Санағыштар теоремасының мағынасы неде?
5. Нақты уақытта графикалық ақпаратты өңдеу үшін қандай ақпаратты құрылғы қолданылады?
6. Графикалық ақпаратты көрсетудің қандай тәсілдері бар?
7. Стеганографиялық жүйелер қандай әдісте негізделген?
8. Графикалық ақпаратты өңдеу құрылғыларында және жүйеде графикалық ақпаратты қорғау ұйымдары үшін қандай әдістер қолданылады?
9. Стеганографиялық әдістердің қандайы бар?
10. Стегожүйе тұрақтылығына қандай талаптар қойылады?
11. Фурье түрлендіру қандай мақсаттар үшін арналған?
12. Әр түрлі түсті модельдер қандай жағдайда қолданылады?
13. Анимационды мәліметтердің және олардың сақталуының қандай ерекшелігі бар?
14. Стегоканал дегеніміз не?
15. Цифрлық сулгі(водяные) белгілер не үшін қолданылады?

1.9 Курстың саясаты мен процедурасы

Студенттер тәртіп бойынша сабақты қалдырмау керек. Студенттер сабақты өткізген жағдайда (себепті және себепсіз) сабақтан тыс уақытта қалдырған сабағын тапсырады. Студент лабораториялық жұмыстың тапсырмасын алады, егер де алдыңғы лабораториялық жұмыстарды тапсырса. Егер де студент барлық бақылау түрлерін тапсырған жағдайда қорытынды бақылаға жіберіледі.

2 НЕГІЗГІ ТАРАТЫЛАТЫН МАТЕРИАЛДАР МАЗМҰНЫ

2.1 Курстың тақырыптық жоспары

6-кесте

Курстың тақырыптық жоспары

Тақырыптың аталуы	Академ.сағат саны			
	Дәріс	Зертх. сабақ	СОӨЖ	СӨЖ
1	2	3	4	5
1.Кіріспе. Пәннің мақсаттары мен міндеттері.	2		3	3
2. Көріністер түрінде көрсетілген деректердің түрлері	2		3	3
3.Бейнелерді цифрлық түрге түрлендіру. Сигналдың математикалық үлгілері және дискретті сигналды сипаттау.	2		3	3

4. Бейнелерді цифрлық түрге түрлендіру. Аналогты-цифрлы және цифрлы-аналогты түрлендіру.	2		3	3
5. Дискретті сигналдарды өңдеу. Дискретті түрлендірулер.	2	4	3	3
6. Дискретті сигналдарды өңдеу. Графикалық ақпаратты өңдеудің жүйелері мен жабдықтарында әр түрлі базисті қолдану.	2	4	3	3
7. Сигналды және мультимедиялық процессорлар. Нақты уақытта сигналдарды өңдеудің ерекшеліктері.	2		3	3
8. Сигналды және мультимедиялық процессорлар. Құрылымы және жұмыс жасау принципі.	2		3	3
9. Графикалық ақпаратты сақтау. Растрлық, векторлық және метафайлдарды ұйымдастыру.	2	5	3	3
10. Графикалық ақпаратты сақтау. Анимация файлдардың форматтары.	2		3	3
11. Ақпаратты көріністерге ендіру. Стеганографиялық жүйелердің түсінігі.	2	2	3	3
12. Ақпаратты көріністерге ендіру. Стеганографиялық жүйелердің беріктілігін бағалау және оларға жету шарттары.	2		3	3
13. Ақпаратты көріністерге ендіру. Ақпаратты көріністерге ендіру әдістерінің жіктелінуі.	2		3	3
14. Ақпаратты көріністерге ендіру. Ақпаратты көріністерге ендірудің аддитивті стегоалгоритмдер.	2		3	3
15. Ақпаратты көріністерге ендіру. Кванттау негізінде ақпаратты көріністерге ендірудің стеганографиялық әдістері.	2		3	3
Барлығы(сағат)	30	15	45	45

2.2 Дәріс сабақтарының қысқаша жазбасы

1 Дәріс. Кіріспе. Курстық мақсаты мен міндеттері.

Бүгінгі таңда ұқсас сигналдық цифрлық түрлендірулер арқылы көптеген қолданбалы есептерді байланыста, радиолокацияда, өлшеу техникасында, медицинада және ғылым мен техниканың басқа салаларында бұрында басым болған ұқсас жүйелерде өңдеу кең қолданысқа ие болды.

Цифрлық жүйелер бірталай факторлармен артықшылығы белгілі. Алдымен бұл - сапа факторы, ұқсас жабдықтар көп жағдайда ақпаратты тасымалдау және сигнал беруде жоғары сапалы қамтамасыз, ете алмайды, ал әлемдік стандартқа көшу кедергітұрақтылығы (помехоустойчивость), дәлдік және жылдам жұмыс істеу деген сияқты жүйе параметрлеріне қатаң талаптар қоюда.

Егерде 10-15 жыл бұрын цифрлық өңдеу әдістерін енгізу үшін керекті элементтік базаның жоқтығы болатын, ал қазіргі техниканың даму этапында «Алгоритмдер кризисі» туралы айтуға болды, бұл қолданбалы есептерді шеше алатын эффективті алгоритмнің жоқтығы. Бұл мәселені талдап қолданбалылардың арасында дәстүрлі (традиционды) әдістер қолдануда Қазіргі кезде сигналдарды цифрлық өңдеу жабдықтар базарында жалпы және

цифрлық сигналдық процессорлардың кең ұсынулуда, бұл дегеніміз күрделі адаптивті алгоритмдік өңдеулерге шын элементтік база бар деген сөз.

Баспалық жүйелер қазір кең қолданыста. Page Maker, Quark XP ress, MS Win Word типтес бағдарламалар көптеген жеке компьютерлерде бар. Бұл жүйелерде толық түсті бейнелердің әртүрлі өлшемімен (640*480-ден 3000*2000-ға дейін) және үлкен екі түсті бейнелермен жұмыс істелінеді. Иллюстрация құжаттық көп бөлігін алатындықтан оны сақтау мәселесі қиындық туғызуда. Бейне, журналдың жарнамалық бетіне сәйкес келеді. Ал номерінде олар әдетте бірнеше. Сонымен мақалалардың суреттерінде орын алуы мүмкін. Орта есеппен 100 беттік журнал Мб орынды алуы мүмкін. Бұл жақсы шығарылған кітаптарға, буклеттерге және брошураларға да қарасты.

Сонымен қатар бейнелердің әртүлігі қиындық туғызады. Фотореалистік және іскерлік графика басым болады.

Басқа мысал ретінде анықтамалар мен энциклопедиялар CDROM-дағы. Осындай жабдығы бар компьютерлер көп болып шығарылғасын, бағдарламаларды лазерлік дискілердегі шығару базары (рынок) тез арада құрылды. Бір дискінің көлемі 650 Мб болғандықтан, ол жете бермейді. Энциклопедия мен ойындарды құруда дискінің басым бөлігін статистикалық бейнемен видео орын алады. Бұлар үшін ассиметриялық алгоритмдері дұрыс.

Архивация алгоритміне ұқсас талаптарды тез дамып келетін «Бүкіл әлемдік ақпараттық өрнек» жүйесі –World Wide Wed (WWW) шығаруда. Бұл гипертекстік жүйеде бейнелер кең түрде қолданылады. Ақпараттық және жарнамалық беттерді рәсімдеуде, оның әдемі әрі қанық болғанын қалаймыз. Жай байланыс каналдары арқылы қосылған қолданушылар зардап шегеді. Егерде WWW беті графикамен толық болса, онда оның экранға шығуы ұзаққа шығуы мүмкін. Процессорға жүк аз болғандықтан, мұнда эффективті күрделі қысатын және салыстырмалы көп уақыты бар архивтен шығару алгоритімін қолдануға болады.

Машиналық графика әртүрлі ақпараттық жүйеде қолданыс тапты. Мысалға, қазір ультра дыбыстық және рентген бейнелерін қағазда емес, мониторды тексеру әдеттегі айналды. Бәріне мәлім, мұндай мәліметтерді бір картотекада сақтау логика жағынан тиімді. Бұнда арнайы алгоритмдерді қолданбай, архивтің басым бөлігін суреттер алады. Сондықтан эффективті алгоритмдік шешімдерді құрағанда рентген бейнелерінің спецификациясын бұлдыр аймақтар басым болуын ескеру керек.

Геоақпараттық жүйелерде – аймақтың аэрофото суреттерін сақтауда, оның үлкен көлемімен және сұраныстағы бір бейнені таңдау қиындық туғызады. Сонымен қатар масштабтау қажет болады. Бұл компрессия алгоритмінің өзіндік шектеулер келтіруі әбден мүмкін.

Әртүрлі қызметтердің электронды картотека мен құжаттар жинағында суреттердің профиль және фас арасындағы бейне ерекшеліктерін архивация алгоритімінде ескеру керек. Мұндай әртүрлі маманданған анықтамаларда болады. Мысал ретінде құстар мен өсімдіктер энциклопедиясын келтіруге болады. Бірақ суреттер арасында айырмашылықтар үлкен, сондықтан ұқсастықты қолдану қиындау.

Әртүрлі сигналдардың қауіпсіздігі үшін оны шифрлейді және хабарды жасыру және сигналға бұрмалауды(искажений) енгізудің (аналогты және цифрлық скремблерлеу) әртүрлі әдістер қолданылуда.

Жиі жасыру қолданылады, оны компьютерлік стеганография деп атайды.

Бұл әдістердің негізі – бір ақпарат түрін басқаның фонында немесе ішінде оның барлық сыртқы атрибуттарын (сигналдық статистикалық қабілетті мәлімет алмасу протоколы т.с.с.) сақтап жасыру. Белгілі факт, стеганографиялық және криптографиялық әдістер қолданысы тасымалданатын және сақталынатын мәліметтердің сақтандығын деңгейін арттырады. Қазіргі стеганографияда шифрлеуден екі типі қолданылады. Бұл қосымша ақпаратты аналогты немесе цифрлық сөздік (речевой) сигналда жасыру және цифрлық бейнелердің кіші беттерінде жасырын мәлімет тасымалданады. (мыс, қосымша текстік және екілік файл ақпарат.)

Цифрлық сигнал өңдеу құрылғысын өңдеуде алдымен басты етіп элементтік базаны аламыз. Қазіргі кезде өңдеу алгоритмдері үшін жалпыға арналған цифрлық сигналды процессорлар қолданады. Олардың басты артықшылығы жүйелердің оған икемділігі, адаптивті және оқытушы алгоритмдерді құру мүмкіндігі.

Сонымен қатар цифрлық сигналдық өңдеулердің кемшіліктері бар, жана өнім жасауда оны ескермеуге болмайды. Біріншіден, цифрлық сигналдық процессордың тактілі жиілігі-30-50 МГц-ті асырмайды, бұл қолдану облысын шектейді. Екіншіден, әр цифрлық сигналдық процессор тобы өзіндік команда кодына ие, цифрлық сигналдық процессорда еңгізілген алгоритм басқа топқа жататын процессорларға жарамайды және универсалды алгоритм кітапханасы құру мүмкін емес. Мұнда жоғары тілдегі компиляторлар көмектеспейді, өйткені олар арнайы белгілі бір цифрлық сигналдық процессорларға бағытталған. Үшіншіден, күрделі жүйелерді қолдануда процессорлар санын арттырып, олардың мультипроцессорлар тәртібінде жұмысын қамтамасыз ету керек.

Бұған дейін цифрлық сигналдық процессордың сапасын, оның көбейту, бөлу операцияларымен немесе 1 сек операция санымен анықталатын. Бірақ, бүгін күшті цифрлық сигналдық процессордың базарында көптігінен бірінші орынға басқа талаптар қоюлуда. Олар процессорлардың архитектуралық шешімдерімен байланысты, кең функционалды мүмкіндіктермен икемді арифметикалық жылдам құрылғы, орнатылған кристалды еместей циклді буферизация т.с.с. талаптарды біреулері орындамайды.

Бәріне мәлім, цифрлық сигналдық процессорлардың альтернативтігі цифрлық фильтрлердегі иемденуде ПЛИС екені (программалық логикалық интегралды сұлба). ПЛИС-тің басты артықшылықтары:

- тез жұмыс істеу;
- күрделі параллельді алгоритмдері иемдену мүмкіндігі;
- САПР жабдығын бар болуы, олар жүйенің толық моделденуіне көмектеседі;
- программалау немесе конфигурация өзгертуіне мүмкіндігі;
- алгоритмді аппаратуралық бейнелеу тілінің деңгейіне көшірудегі сәйкестік (VHPL, AHBL, VERILOG T.C.C.)

- стандартты интерфейсті иемденудегі деңгейі мен мүмкіндіктер сәйкестігі;

- күрделі алгоритмдегі бейнелейтін кітапхана бағдарламалардың бар болуы;

ПЛИС архитектурасы көбейту ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген. Қазіргі кезде ПЛИС жылдамдығы 200-300 мгц-ке жетті, радиожиіліктік тракте көптеген алгоритмдер жүзеге асыруға (фильтрация алгоритмі, шекті импульстік сипаттамасы бар құрылғылар қолданылады).

Бейнелерді қысу және оларды анықтау сұрақтарын қарастырайық. Бәріне белгілі эффективті анықтау үшін бейненің оптимальді сегменттеу әдістерін қолдану керек. Сигналды өңдеудің бұл операция табылған объектілерді эталонмен салыстырғаннан бұрын орындалу керек. Бейнені сегменттеу қиылыспаған белгілі қасиеті бар аймақтарды қосу, ол бейне модельдері.

Түс бойынша сегменттеуде түрлі-түсті бейнелерді сегменттеу келесіде қаралады.

Көптеген қысу түрлерінің ішінен ең кең тараған болып деректерді блоктап кодтау негізінде тараған әдістер дискреттік түзулер ортогональді бейнелерді қолданады. Оларға алдымен IPEG және MPEG сияқты қысу процедураларға жатады.

IPEG стандартында (MPEG кодерде кеңістіктік артықшылықты алып тастағанда) ақпаратты 8*8 пиксельді екі өлшемді блоктардың дискреттік косинустық өрнек және кванттық коэффициент көмегі арқылы қысады. Компрессия дәрежесі кодталып жатқан видеосигналдың түріне және қалыпқа келтірілген бейненің сапасына байланысты, ол 2:1-тен 15:1 дейін белгілі жағдай видеоақпаратты қысу әдісі негізінен статистикалық және психофизиологиялық кодталатын видеохабарлар артықшылығын (соңғысы қабылдаудың уақытша кеңістіктің шектеулер) жою белгілі бір дәрежеде арқылы жүзеге асырылады. IPEG және MPEG алгоритмдері артықшылықтың екі түрін жояды және дөңгелектеу, және көлемі кіші жоғары жиілікті спектральді бөлшектерді дөңгелектеу кеңістік көру ескеріледі. Қалған коэффициенттерді түзу емес кодпен кодтау түрлендірілген бейненің статикалық артықшылықты жояды.

Бірақ қысу коэффициенттердің көбеюінен артефактілер пайда болады, яғни бейне бетінде кең өрнек және муарлар пайда болады, сонымен қатар блокты кодтаудан блокты құрылымдар пайда болады. Сондықтан, қаншалықты эффективті және оңай аппараттың иемденуде IPEG және MPEG қысу толықтай жоғары коэффициенті видеодеректерді қысуды практика жүзінде жүзеге аспайды.

Wavelet-процедурасы немесе фрактальды кодтау әдістері эффективті түрде қысуды жасайды. Бірақ олардың ұзақтығы және аппараттың иемдену қиындығы әзірге қолданысын шектейді.

Негізгі әдебиеттер: 1[31-44], 2 [97-111], 3 [4-6, 8-11].

Қосымша әдебиеттер: 2 [12-15, 35-41]

Бақылау сұрақтары:

1. Ақпаратты өңдейтін қандай құралдар пайдаланады?
2. Ақпараттың цифрлық өңдеудің ерекшелігі неде?
3. Қазіргі уақытта сигналды тасымалдаудың қауіпсіздігін қалай қамтамасыз етіледі?
4. Цифрлық сигналдың процессордың артықшылығы мен кемшіліктері неде?
5. ПЛИС архитектурасын қолдану мақсаты неде?

2 дәріс. Бейне түріндегі көрсетілген деректердің түрлері

Алдымен бейне не екенін түсінеміз. А.Розенфельд бұл терминді келесіме: бұл жазық объект, түрі нүктеден нүктеге өзгеруін анықтайды.

Бастапқы бейне компьютерлік емес негізінде жасалған. Оларды түрлі-түсті жылдам өтулер жоқ. Компьютерлік бейнелер басқалар сияқты екі типке бөлінеді: растрлық және векторлық. Растрлық бейнелер түрлі-түсті бөлшектерден тұратын тіктөртбұрышты матрица түрінде бірінші бетке сақталады. Векторлық бейнелердің құрылымы командалар тізімдерден тұрады. Команда мысалы-ортасында нүктесі бар шеңбер (100,100) және 50 радиусы, ағашқа ұқсас материалмен қапталған. Растрлықтың артықшылығы шыншылдығының және жасалудың оңайлығы, кемшілігі кең көлемді алады, масштабтаудың қиындығы. Ал векторлықта көлемі аз, масштабтаудың оңайлығы кемістігі жасаудан бұрын оны өңдеу қажеттігі, шын бейнелерді жасау қиындығы. Үшөлшемді бөлімдері бөлек классқа алынған, оны жасағандағыдай (мысалы, тура немесе кері сәуле трассировкасы, шағылыстыру әдісі) толықталынған мәліметтерді алуға болады. (жарықтың тура және диффузиялық бейнесінің мінезі сцена объектілерінің шағылысуы) және оларды келесі өңдеуде қандай қасиеттері бар екендігін табу керек, мысалы, артқы спектрдегі бөлігін айқындау т.с.с. Келесіде негізінен растрлық бейнелерді қарастырамыз.

Статистикалық растрлық бейнелерді қарастырайық, ол екі өлшемді массивтерден-пикселден тұрады. Бейнені екіге бөлуге болады: палитрасы бар және жоқ. Палитрасы бар бейнеде пикселде бір сан сақталынады, ол түс векторының индексін белгілейді. 16 және 256 түстен тұратын палитра жиі кездеседі.

Палитрасыз бейне кей жүйелерде болады. Әр пикселдің соңғы мәндері үшін нүктенің қанықтығына сәйкестенеді. 2,16 және 256 сұрының дәрежесі кездеседі. Оңай әрі қызық мәселе, бұл түсті немесе ақ-қара бейнені екі қанықтық градациясы мысалы, лазерлік принтерде шығару. Әр пиксель жазба болса түс сипаттау компоненттері болып оның бағаналары деп есептеледі. Бұдан басқа СМҮК, СІЕ ХҮZ 60-1т.с.с. жүйелер бар. Оған тоқталып өтейік.

Бейнені тіктөртбұрыш матрица A_{ij} ретінде қарастырайық. N жол және M баған, N пикселдегі бейненің ені, M пикселдегі бейненің ұзындығы. Бейнені компьютерлік өңдеудің негізгі жүйелерін қарастырайық.

Ақ-қара. Матрицаның әр элементі 1 битпен белгіленген. 1-ге тең болса ол қара, ал 0-ге тең болса ақ түс болады. Бұл ең - ең жәй формат, текст және қол қойғанда айырады, газет баспаға шығарғанда қолданады.

Grayscale алдыңғы форматтан айырмашылығы, онда әр элементте 8 бит (1 байт) болады. Бұл бізге $2^8=256$ сұры түсінің деңгейін ала аламыз. Егер $a_{ij}=0$ болса, онда ары қарай қанықтығын жоғалтсын $a_{ij}=256$ болғанда қара түс болады. 0-ден 255 дейінгі 255-ке жақындаған сайын сұры қарауыттау болады, осы принцип бойынша түстер орналасады. Бұл формат сапалы ақ-қара бейнені алуға мүмкіндік береді. a_{ij} кері қанықтың мәнін білдіреді, бұл мәні $(1-L)*255$, L – қанықтың RGB түсті бейнесінен алынуы мүмкін, мына формула бойынша:

$L=aR+bG+cB$, мұнда $R,G,B [0;1]$ интервал аралығында жатыр, ал a,b,c , қосындысі бір мәнін береді.

Кейде Grayscale бейнесін сақтау үшін 4-7 және 16 битті қолданады. Бұл жағдайда 16-128 немесе 65536 сұры түсінің рені бар.

Мұнда a_{ij} түсті модельді қолданатын координатасы бар, вектор түрінде. Әдетте вектор үшөлшемді көздің табиғаты бойынша ол үш түске негізделген. Вектордың әр компоненті байтты алады. Көп тараған көпарналы форматтар 7-ші кестеде келтірілген.

Төрт не оданда көп өлшемді векторлар, мысалы CMYKмоделі, онда негізгі түсі болады. Екі өлшемді модельдерді дуплекс деп атайды. Оларды олиграфияда қолданады, мысалға, grayscale стандартты бейнені шығарғанда, шын мәнінде өндірісте ол орындалады, градацияның саны көбею үшін екінші түсті енгізеді.

Индексстеу. Бұл формат бейненің көлемін азайту үшін және белгілі түстерді пайдалану үшін қолданады. Матрицияның a_{ij} элементі: кестеге көрсеткіш болып саналады. Түс саны 2^K -ға тең, K -бит саны, матрица элементін сақтау үшін қолданады. Кестедегі түстер басқа бит санымен кодталуы мүмкін. Мысалға, 256 түсті тәртіпте видео адаптар 262144-тен 256 түсті таңдайды, RGB форматта болғандықтан, әр түс 6-битпен кодтаймыз. Көпарналы бейнелерді индекстелгенге айналдырудың көптеген әдістері бар.

Қысудың деңгейін әрі нақтырақ анықтау үшін бейне классы деген ұғымды енгізейік. Онда бейнеде архивация алгоритмін қолданғанда сапалы бірде нәтиже береді. Мысалға, біріншіге жоғары дәрежелі қысу, екіншісін тіптен тимейміз, үшіншінің файл көлемін ұлғайтамыз. (Бәріне мәлім, көптеген алгоритмдер әрі кеткенде файл көлемін ұлғайтады.)

Формальды емес бейне классының мысалдарын қарастырайық.

- Түсі аз (4-16)және көп бөлігі бір түспен толтырылған бейнелер. Мысалға: Искерлік графика – гистограмма, диаграмма, графика т.с.с.

- Компьютерде жасалған, жай өтулер қолданатын бейнелер. Мысалға: презентация графикасы, САПР-тағы эскизді модельдер, Гуро бояуы әдісімен жасалған бейне.

- Фотореалистік бейнелер. Мысалы: сканерленген фотосуреттер.

- Искерлік графикасы бар фотореалистік бейнелер.

Жеке класс ішінде 256 сұры түс градациясында сканерленген журнал беттері және топографиялық карталардың пастролық бейнесі. Формальды 8 немесе 24 бит болғанымен, олар растрлық емес, векторлық ақпаратты болады. Жеке класстар спецификалық бейнелерді құра алады: рентген суреттері немесе электронды істен алынған профиль және фас фотосуреттері.

7-кесте

Көп тараған көпарналы форматтар

Мәні	Сәйкестігі бит	1-ші компонент	2-ші компонент	3-ші компонент
RGB – Truecolor	8:8:8	Қызыл 0-255	жасыл 0..255	Көк 0-255
RGB – Highcolor	5:6:5/5:5:5	Қызыл 0-31	Жасыл 0.63/31	Көк 0-31
RGB – Extended	12:12:12/ 16:16:16	қызыл 0-4095/ 0-65535	Жасыл0-4095/0- 65535	Көк 0-4095 /0-65535
CMY	8:8:8	Көгілдір0-255	Пурпур 0-255	Сары 0-255
LAB	8:8:8	Қанықтық0-255	Канал А 0-100%	Канал В 0-100%
YIQ	8:8:8	қанықтық0-255	Синфазный 0-255	Интегрирленген 0-255
HLS	8:8:8	Тон 0-360 ⁰	Қанықтық 0-100%	Қанықтық 0-100%
HSB	8:8:8	Тон 0-360 ⁰	Қанықтық 0-100%	қанықтық 0-100%

Бейнені өндеуде 4 классқа бөлуге болады.

Кәдімгі, сканирлеу жолымен алынған, теле немесе видео кадр, цифрлық аппаратпен түсіру арқылы.

Компьютердегі графикалық редактор көмегімен салынған бейнелер, компьютерлік суреттер.

Арнайы бағдарламамен жасалған үш өлшемді бейнелер, олар CAD (Auto, Archi CAD...), 3D генератор(3Dstudio, Light wave...) т.с.с.

Эксперимент, тәжірибе және өлшеулер арқылы алынған визуалды бейнелер (энцефалограмма, сейсмографиялық карта.)

Негізгі әдебиет: 3 [12-19]

Қосымша әдебиет: 1[75-76]

Бақылау сұрақтары:

- 1."Бейне" ұғымы деп нені түсінесіз?
2. А.Розенфельд бейнеге қандай түсініктеме берді?
3. Бейнені сипаттаудың қанша әдісі бар. Олардың артықшылығы мен кемшілігі?
4. Палитрасы бар және жоқ көріністер қалай құрылған?
5. Формальды емес бейне класстары анықталуына мысал келтіріңіздер?

3 Дәріс. Бейнені цифрлық түрге түрлендіру. Сигналдың математикалық модельдері және дискреттік сигналдардың сипаттамасы.

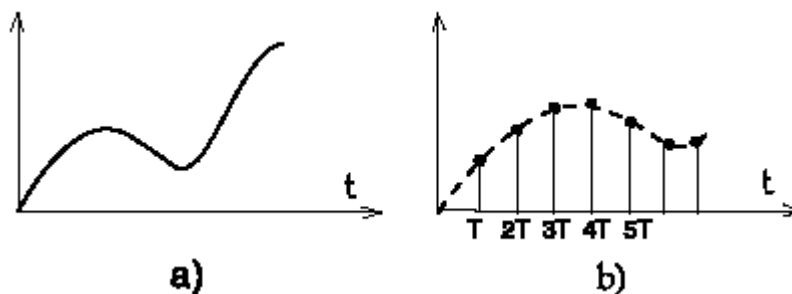
Ақпараттық жүйеде алынған бейнелер цифрлық түрде болады. Сондықтан оларды осы түрге ауыстыру міндетті операция болып саналады, бұл цифрлық өндеу, тасымалдау, сақтау болатын болса, бірөлшемді сигнал сияқты

бұл да екі процедуранан тұрады. Біріншісі үздіксіз кадрды дискреттіктеп ауыстыру және әдетте дискретизация деп атайды, ал екінші үздіксіз қалыптық мәнінін жиынтығын кванттық мәндер жиынтығы мен ауыстырады, және кванттау деп аталады. Цифрлық түрде әр кванттық екілік сан беріледі, осының арқасында ЭЕМ-ге енгізу жүзеге асады.

$[0, \infty)$ интервалының үздіксіз $x(t)$ сигналы бар болсын. Цифрлеуге көшкенде келесі операция орындалады. T дискретизация қадамы бастапқы сигнал ретінде $y[n] = x(nT)$, $n=0, 1, \dots$ аламыз. Ары қарай, r цифрлау форматын таңдаймыз. Әдетте 8-дік, міндетті болмасада болады. M саны бар дейік, барлық n саны үшін $-M \leq y[n] \leq M$ теңсіздігі орындалсын, $[-M; M]$ интервалы 2^r бөлікке бөлінеді. Сосын $y[n]$ –тің әр мәні нтервал мәнімен белгіленеді, оған сәйкес мән түседі. $y[n]$ жиынтығын $z[n]$ жиынтығымен ауытырамыз, ал енді жаңа жиынтық мүшелері $[0, 2^r - 1]$ интервал арасындағы мәндерге ие болады. Қалауымызша мұның орнына сигналды таңбасы бар бүтін сандармен көрсетуге өтуге болады.

Аталған әр қадамды сигналдың бұрмалары (искажения) болады. Цифрлық өңдеудің бірінші міндеті бастапқы сигналдың бұрмаларын бағалау. Келесі өңдеу керекті ақпаратты алып, шуылдарды төмендету. Ол цифрлық фильтрация арқылы жасалады. Цифрланған сигнал көп орын алады, сондықтан келесі қадам сигналды қысу.

Әдетте ақпаратты жоғалтуы бар қысу. Мұнда ақпарат жоғалту критерийін орнату маңызды. Таңдалған критерилер бойынша қысу әдісін таңдаймыз. Жиынтық үздіксіз, ал шын осы шақта шекті жиынтықпен жұмыс істейміз. Осы шектеу жоғалтулардың бағасын анықтау керек.

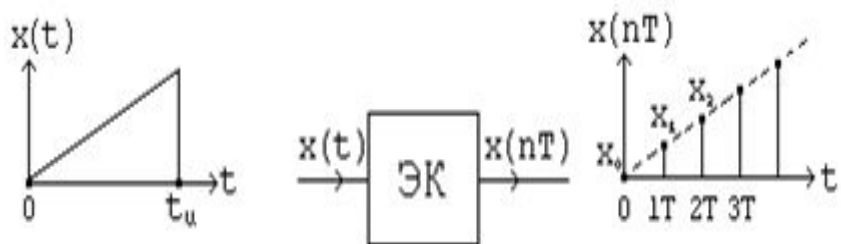


1 сурет. а) Үздіксіз (аналогті, ұқсас) сигнал; б) дискреттік сигнал.

Үздіксіз сигналдардың дискретизациясын қарастырайық. Цифрлық ЭЕМ-де сигналдарды өңдеу $X(t)$ үздіксіз сигналдың дискреттік жиынтыққа ауыстырудан басталады, онда мынадай белгілеулер қолданылады:

$$x(nT), x(n), x_n, \{x_0; x_1; x_2; \dots\}.$$

T уақытының тең интервалы (ЭЖ) электронды кілт арқылы дискретизация жүзеге асады. (2 сурет).



2 сурет. T уақытының бірдей интервалдары арқылы электронды кілтпен (ЭК) дискретизациялау

Дискреттік жиынтық бастапқы $X(t)$ сигналын решетки $X(nT)$ функциясына жақындатады. f_d электронды кілтінің өту жиілігі және T дискретизация қадамы мына формуламен болады:

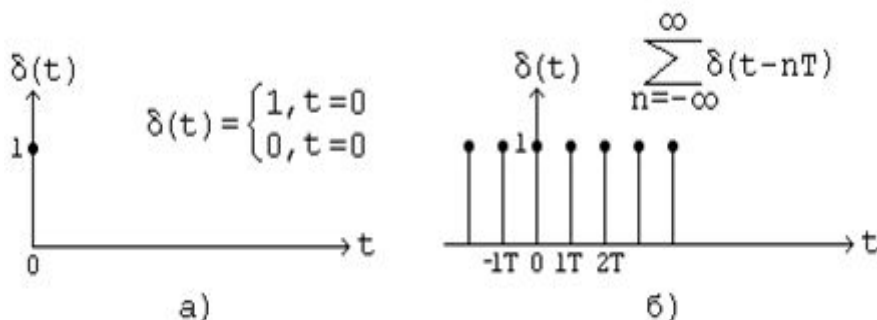
$$f_d = 1 / T . \quad (1)$$

Дискреттік жиынтық немесе дискреттік сигнал бастапқы үздіксіз (ұқсас) сигнал арқылы былай бейнелейді:

$$x(nT) = x(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT) , \quad (2)$$

мұнда $\delta(t)$ – дискреттік δ – функция (3 сурет, а),

$\sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$ – жиынтық δ – функция (3 сурет, б).



3 сурет . а) $\delta(t)$ – дискретті δ – функция,
б) δ – функциясының $\delta(t - nT)$ – тізбектілігі

Аналогты сигналды дискреттік пен ауыстырғандағы пайда болатын қателікті сол сигналдардың спектрін салыстырып бағалауға болады.

Дискретті және үздіксіз сигналдың спектріне байланысты.

Дискретті сигнал спектрінің бастапқы өрнегі (2) өрнекті ескере отырып:

$$X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT) e^{-j\omega t} dt . \quad (3)$$

Периодты δ – Функциясын Фурье қатарына келтіру:

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT) = \frac{1}{T} \sum_{\ell=-\infty}^{\infty} F_{\ell} e^{j\ell\omega_d t}, \quad (4)$$

периодты және периодты емес сигнал спектрінен байланысын ескере:

$$F_{\ell} = \frac{2}{T} F_{\delta}(j\omega) \Big|_{\omega=\ell\omega_d} = \frac{2}{T}, \text{ қаншалықты } F_{\delta}(j\omega) = 1 \quad (5)$$

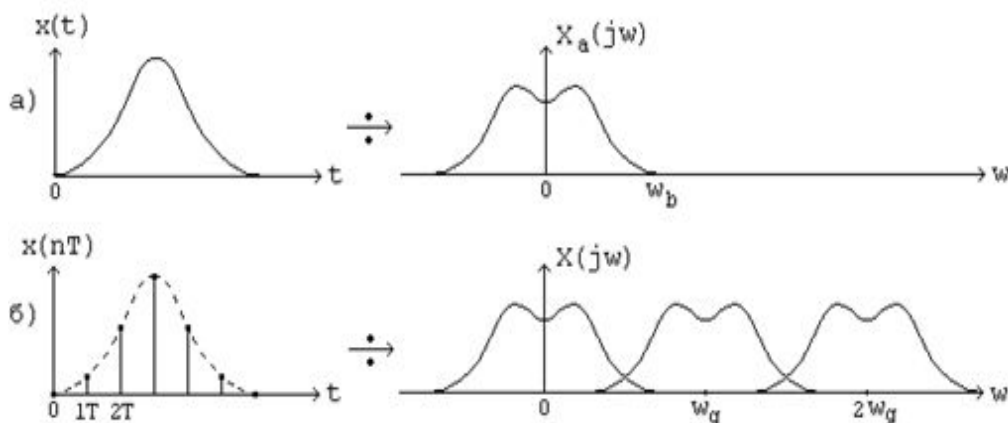
Бастапқы өрнек периодты жиынмен ауыстырған соң δ – функциясын Фурье қатары түрінде:

$$X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \left(\frac{1}{T} \sum_{\ell=-\infty}^{\infty} e^{j\ell\omega_d t} \right) e^{-j\omega t} dt = \frac{1}{T} \sum_{\ell=-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{j\ell\omega_d t} e^{-j\omega t} dt. \quad (6)$$

Спектрлер сыйғызу жиынын териясын ескерсек: $f(t) \rightarrow F(j\omega)$, онда $f(t)e^{\pm j\omega_0 t} \rightarrow F[j(\omega \pm \omega_0)]$, соңғы өрнекті формула түрінде жазса болады, дискретті $X(j\omega)$ және аналогтық $X_a(j\omega)$ сигналдардың спектрлерінің байланысын көрсетеді:

$$X(j\omega) = \frac{1}{T} \sum_{\ell=-\infty}^{\infty} X_a[j(\omega - \ell\omega_d)]. \quad (7)$$

(7) формуланы 4 а, б суреттерін ескеріп келесі шешімдерді қабылдауға болады:



4 сурет. а) Дискретті сигналдың спектрі, б) Аналогты және дискретті сигналдарың спектрлері

Дискретті сигнал спектрі үздіксіз бастапқы сигналдың жиынтығымен тұрады, ω_d дискретизация жиілігіне бір-бірін жылжытқан.

Аналогты және дискретті сигнал спектрі $[-0,5\omega_d ; 0,5\omega_d]$, жиілік диапазонын сәйкес келеді, егер мына теңсіздік орындалса,

$$\omega_b \leq 0,5\omega_d, \quad (8)$$

мұнда ω_b – аналогты сигнал спектрінің жоғары жиілігі.

(8) өрнек Котельниковтың ω_d минималды жиілік туралы теориясына сәйкес келеді..

$X_a(j\omega)$ тетелес спектрлер (3) –де бірін-бірі жабады, егер (4) шарт (сурет 1.3, б) орындалмаса. Мұнда дискретті сигнал спектрі аналогтіге қарағанда бұрмаланады. Бұл бұрмаланулар жойылмайды және салыну қателіктері деп аталады.

Аналогты сигналды толықтап дискретті сигнал бойынша ТЖФ (Төменгі жиілігі бар фильтрлер), арқылы қалыпқа келтіруге болады, кесінді жиілігі $\omega_c = 0,5\omega_d$ болғанда. Бұл пайымдау ТЖФ шығысында үздіксіз сигнал дискретті сигнал спектрінің сәйкестігінен туындады. Егер (8) шарт орындалса сигнал қалыпқа келтірілді. Кері жағдайда кіреукелермен қалыпқа келтіріледі.

Дискретизация жиілігінің белгіленуі (8) шартқа байланысты қойылады. ω_b жиілігі белгісіз болса, онда 1 формуладан есептегендермен анықталатын ω_d Т интервалы сондай есептеумен алынады, аналогты сигнал кіреукемен шықпас үшін дискретті сигналды есебіне жай өту арқылы.

Негізгі әдебиет: 3 [100-185]

Қосымша әдебиет: 2[75-76]

Бақылау сұрақтары:

1. Неліктен ЭВМ-де үздіксіз сигналды өңдеуге болмайды?
2. Дискретті сигнал қалай сипатталады?
3. Үздіксіз сигналдың дискретизациялауы қалай жүзеге асады?
4. Сигнал спектрі дегеніміз не?
5. Дискретті және үздіксіз сигнал спектрлерінің байланысы неде?

4 дәріс. *Бейнелерді цифрлық түрге түрлендіру. Аналогты-цифрлы және цифрлы-аналогты түрлендіру.*

Алдыңғы дәрісте біз дискретті сигналды қарыстырдық, онда үздіксіз сигнал есеп ағынына айналды. Бірақ ақпарат бұл этапты сигнал деңгейі есепті қай нүктесінде алынсын есеп биіктігімен беріледі, бұл аналогты түрде қалды деген сөз. Сигналдың цифрлық түріне ауыстыруын анықтау үшін кванттық өрнекті орындау керек. Ол сигнал интервалын бірнеше аймаққа бөлуден бастаймыз, әр аймаққа номер береміз, ол екілік болады. Кодтың сөздегі импульс жиынтығына калька болып есептеледі. Кванттық есептеуде әр аймаққа сәйкес номер беріледі, оның ішінде өз шыңы орналасды. Осылайша дискретті ақпарат пайда болады, кванттау қадамында дәл мәнді қатесімен тасымалдайды. Кванттау шуылынан спецификалық шуыл сигналда пайда болады.

Есептің деңгейлік номері стандартты және дәреже импульстерінің көмегімен беріледі. Екі мәнің бірі жазылады. Біріне «0» басқасына «1».

Бұндай импульс комбинациялары екіліктей сандар туралы ақпаратты алып жүре алады. Осылайша әр есеп беру импульс тобымен беріледі, код сөзін

құратын. Код сөздегі импульс саны ақпараттың биттегі көлеміне байланысты. Бұл сан немесе әдетте оны код сөздің ұзындығы цифрлық кодтаудың стандартты параметріне жатады. Егер екінші дәрежелесек, код сөзінің ұзындығына, онда кванттау теңдеулер саны шығады. Әдетте кванттаудың түзулік шкаласы қолданылады.

Декодирлеуден кейін ара тәріздес сигналдың орнына баспалдақ тәріздес шығады.

Көздің кірер (алдыңғы) видео бейнелерді көру кезінде болатын қанықтың өзгерісіне 1% - тей сезімталдығы бар, бұл дегеніміз екі көрші фрагментті бейненің екі бөлігіндей 1% -ке түс айырмашылығы бар. Осылайша сигналды кванттау деңгейі тен немесе 100 – ден кіші қанықтықпен кодтаудан жалған контурлар пайда болады, олар сапасын төмендетеді. Жақын сан, екінші дәрежесі болып және 100 – ден көп, ол 128, сәйкесінше код сөзінің ұзындығы 7 бит. Бұл код сөздің минимальді ұзындығы, мұнда жалған контурлар көрінбейді.

Соңғы таңдауды жасау үшін кванттау шумын бағалау керек.

Онай әрі ыңғайлы ауызша формула: сигнал/шуыл кванттау теңдігі, децибелдегі түрі, 6 дБ код сөзіне шамамен сәйкес келеді. Теңдеуде $6\text{дБ} \times 7 = 42\text{дБ}$. Жеті деңгейлі кванттаудың кемшілігі оның шуыл мен жалған контурларға жақындығы.

Зерттеулер нәтижесі бойынша бөліктеу кодтаудың сапалы болуы үшін кем дегенде 8-битті кванттау болу керек. Қазіргі интегралдау технология процессі видеосигналды 10-разрядтың аналогты – цифрлық және цифрлық – аналогты түрлендіргіштерді өндірістік шыңарылымға дейін жетті, бұл өндірушілерге аса жоғары студиялық ақпарат класына 8-разрядтан 10- разрядты бөліктеп кодтауға өтті. Өйткені кейбір жауапты операциялар бойынша, мысалға, микширлеу, рир-проекция, монтаж 8 битті квантты теңдеу керекті сапаны қамтамасыз ете алмайды (TV камера цифрлерінде) 14 битті кванттау қажет.

8 және 10 разрядтағы видеосигналды кванттау диаграммасы суретте түсіндіріледі.

Үздіксіз сигналдың қалыпқа келтірілуі.

Кодтың сөздер тізбегін аналогты сигналға айналдыру қажет. Айналдыру екі құрал арқылы жүзеге асады: цифрлық – аналогты түрлендіргіш (ЦАТ) және төменгі жиілігі бар фильтрі (ТЖФ) ЦАТ – те кодты сөзді тар импульске айналдыруы өтеді, амплитудасы код сөзінің мәніне сәйкес келеді. ТЖФ – да аналогты сигнал спектріне сәйкес спектрін анықтайды.

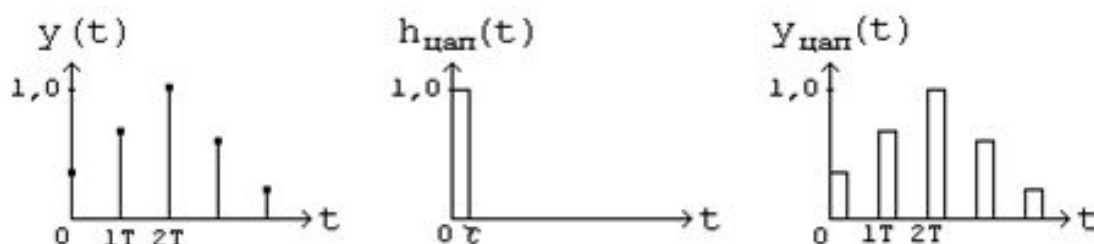
ЦАТ қасиеттері:

Ол сигнал есебін кодты сөз түріндегі импульсты сигналдарға айналдырады. Айналдыру тұрақты коэффициентпен жасалады, ол есепке тәуелді емес. Осыдан, ЦАТ түзу жүйе, импульстік қасиеті ЦАП – тан шыққандағы импульс формасына сәйкес келеді. Сондықтан, ЦАТ – тан шыққан сигналды мына аналогтік сигналдардың үйірткі формуласымен анықтауға болады:

$$y_{\text{цан}}(t) = y(t) \oplus h_{\text{цан}}(t) \quad (9)$$

мұндағы $y(t)=y(nT)$ ЦАТ кірісіндегі дискретті сигнал, $h_{\text{цап}}(t)$ – ЦАТ импульстік қасиеті.

5-ші суретте ЦАТ кіріс және шығыс сигналдар, τ импульс ұзақтығы тіктөртбұрыш түрінде импульстік сипаттама көрсетілген.



5 сурет. ЦАТ-тің кірісі мен шығысындағы сигналдардың формалары

(9) – n жиілік аймағындағы үірткіге спектрлер қосындысы сәйкес келеді:

$$Y_{\text{цап}}(j\omega) = Y(j\omega) * H_{\text{цап}}(j\omega) \quad (10)$$

Мұнда (3) –ке сәйкес $Y(j\omega) = \frac{T^{-1} \sum_{k=-\infty}^{\infty} Y_a[j(\omega - k\omega_g)]}{}$, $Y_a(j\omega)$ – қалыпқа келтіретін аналогты сигнал спектрі. $H_{\text{цап}}(j\omega)$ – ЦАТ – тың берілмелі функциясы.

$Y(j\omega)$ формуласындағы T^{-1} көбейткішін ЦАТ – тың берілмелі функциясына жатады. Сондықтан ол 5. б суретіндегі импульске сәйкес келеді. Ол былай жазылады

$$H_{\text{цап}}(j\omega) = \frac{2}{\omega T} \sin \frac{\omega T}{2} e^{-j0,5\omega\tau} \quad (11)$$

бұдан, егер $\tau \ll T$, онда:

$$H_{\text{цап}}(j\omega) \approx \tau / T \quad (12)$$

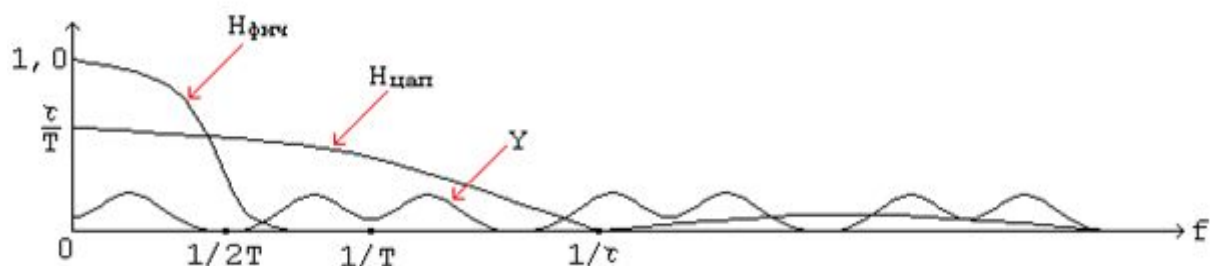
Спектрлік теорияның факты болып есептеледі, қысқа импульс спектрі оның ауданына тең және импульс түрінен тәуелсіз.

Қалыпқа келтірудің қателіктері. Аналогты сигнал $y_a(t)$ ТЖФ шығысында айналады, $Y_a(j\omega)$ спектріне сәйкес келетін $[0; 0,5\omega_d]$ жиілігінде спектр шығарады.

$$Y_a(j\omega) = Y(j\omega) * H_{\text{цап}}(j\omega) * H_{\text{фнч}}(j\omega) \quad (13)$$

ЦАТ және ТЖФ нақты бірдей емес жиіліктік, қасиеттері үздіксіз сигналды қалыпқа келтіруінде кіреуенің пайда болуына әкеліп соқтырады. 6-шы суретте қалыпқа келтіру құрылғылардың АЖС (амплитудалық жиілік

сипаттамасы) келтірілген.



6 сурет. Қалыпқа келтіру құрылғылардың АЖС (амплитудалық жиілік сипаттамасы)

ЦАТ кіреуекесі АЖС ойысына байланысты. τ ұзақтығы бар төртбұрышты импульс түріне АЖС сәйкес келеді. τ - ның азаюымен (3) және (4) шартқа сәйкес, ЦАТ төмендейді, сигналды төмен дәрежесіне әкеледі, сәйкесінше кіреуекеге қорғанышын төмендетеді, жүйенің өзіндік бұрмалануларын санағанда.

ТЖФ бұрмаланулар ТЖФ $\omega_c = 0,5\omega_d$ жиілік аралығына көбееді. Сондықтан, $Y(j\omega)$ сигнал жиілігінің жұмыс жолын ТЖФ бұрмаланбаған жол аймағында көрсетілген жөн, цифрлық фильтрдің

ω_d тактілі жиілігін ұлғайту арқылы жасауға болады. Егер тактілі жиілікті өзгерте алсақ, онда ФНЧ орнына РС тізбегін пайдалануға болады. Кері жағдайда қалыпқа келтірілген жабдықтың сапалық көрсеткішін ФНЧ – ның күрделі схемалары арқылы жақсартуға мәжбүр боламыз. ЦФ – та бұрмалауға кедергі жасасақ қателіктердің орнын толықтырамыз. Мұндайды ЦАП және ФНЧ нақты қасиеттеріне есептеулерді дұрыстап ЦФ-лер жобаланады жасалады.

Негігі әдебиеттер: 1[44-46], 2[11-119, 125-128], 3 [12-19]

Қосымша әдебиет: 1[75-76]

Бақылау сұрақтар:

1. Кванттау процессінің негізі неде?
2. Кванттау дәрежесінің саны неге әсер етеді?
3. Цифрлық – аналогты түрлендірулердің қандай қасиеттерді ?
4. Сигналды қалыпқа келтіру мәні неде?
5. Сигналды қалыпқа келтіргенде төменгі жиілікті фильтр не үшін керек?

5 дәріс. Дискретті сигналдарды өңдеу. Дискретті түрлендірулер

Дискретті сигналдар үшін Фурье және Лаплас түрлендірулері. Фурье түрлендірулері сигналды бірөлшемді, екіөлшемді (бейне) стандартты жабдығы болып есептеледі.

Дискретті сигналдар үшін Фурье және Лаплас формулаларын ықшамдауға мүмкіндік бар, өйткені:

$$\begin{cases} X(j\omega) = \int_0^{\infty} x(nT)e^{-j\omega t} dt, \\ x(nT) = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j0,5\omega_{\text{ДБ}}}^{j0,5\omega_{\text{ДБ}}} X(j\omega) e^{j\omega t} d(j\omega) = \frac{T}{j\omega_{\text{ДБ}} - j0,5\omega_{\text{ДБ}}} \int_{-j0,5\omega_{\text{ДБ}}}^{j0,5\omega_{\text{ДБ}}} X(j\omega) e^{j\omega t} d(j\omega), \end{cases} \quad (14)$$

дискреттікке өткен соң, Фурье қатары:

$$\begin{cases} X(j\omega) = T \sum_{n=0}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega nT}, \\ x(nT) = \frac{T}{j\omega_{\text{ДБ}} - j0,5\omega_{\text{ДБ}}} \int_{-j0,5\omega_{\text{ДБ}}}^{j0,5\omega_{\text{ДБ}}} X(j\omega) e^{j\omega nT} d(j\omega). \end{cases} \quad (15)$$

Мұнда Фурьенің біржақты түрлендіруі қолданылған, өйткені есеп басы дискретті сигнал басына сәйкес келеді.

Фурье формулалары дискреттік сигналдар үшін нормаль түрде болады, сонда $X(nT) \rightarrow X(nT)/T$ аударуынан кейін Фурье мына түрде болды:

$$\begin{cases} X(j\omega) = \sum_{n=0}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega nT}, \\ x(nT) = \frac{1}{j\omega_{\text{ДБ}} - j0,5\omega_{\text{ДБ}}} \int_{-j0,5\omega_{\text{ДБ}}}^{j0,5\omega_{\text{ДБ}}} X(j\omega) e^{j\omega nT} d(j\omega). \end{cases} \quad (16)$$

Лаплас формулалары дискретті сигнал үшін (16) негізделіп, кеңістіктік комплексті айнымалыларға бар жиілікті байланыстырып $j\omega \rightarrow p = \delta + j\omega$ келесі түрде болады

$$\begin{cases} X(p) = \sum_{n=0}^{\infty} x(nT) e^{-pnT}, \\ x(nT) = \frac{1}{j\omega_{\text{ДБ}} - j0,5\omega_{\text{ДБ}}} \int_{-j0,5\omega_{\text{ДБ}}}^{j0,5\omega_{\text{ДБ}}} X(p) e^{pnT} dp. \end{cases} \quad (17)$$

Z-түрленендіруі. Дискретті сигналдардың жиілік талдануінің тиімділігі өседі егер де Лаплас түрлендіруін Z-пен ауыстырсақ. $X(p)$ – трансценденттік функциясы $p = \delta + j\omega$ айнымалы бар, $X(Z)$ – түрлендірумен ауыстырып, $Z = x + jy$ айнымалы рационалды функциясы.

Z-түрлендіру Лаплас формуласымен

$$e^{pT} = Z. \quad (18)$$

(18) өрнектің туынды: $dZ/dp = Te^{pT}$ (17)-ды Z- түрлендірудің тура және

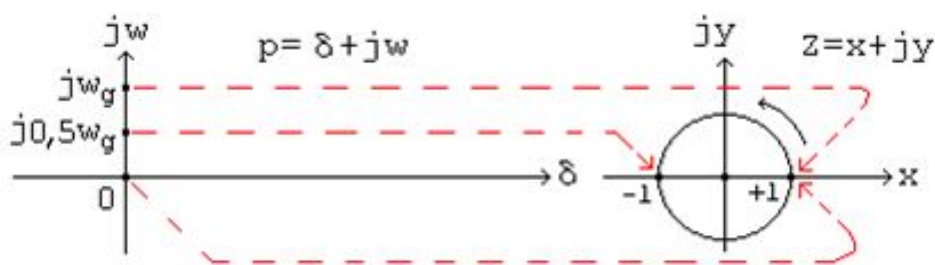
кері формулалары келтіреді:

$$\begin{cases} X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) Z^{-n}, \\ x(nT) = \frac{1}{2\pi j} \oint X(Z) Z^{n-1} dZ. \end{cases} \quad (19)$$

$p = \delta + j\omega$, айнымалы жорамал комлесті остегі нүкте, ол $p = j\omega$ нүктесі сигналдың нақты жиіліктің сипаттамасын көрсетеді. Жорамал остің Z жазықтығында бірлік шеңбер сәйкес келеді:

$$Z = e^{j\omega T} = e^{j2\pi\omega/\omega_d} \quad (20)$$

Сондықтан $p = \delta + j\omega$, жазықтығының жорамал осінде үздіксіз айнымалының өсуі, $z = x + jy$ (сурет 7) жазықтығының, бірлік шеңбердің көп ретті айналуына тең. Осы фактімен z кері түрлендірудің (8) формуласында интегрирлеу z жорамал жазықтыққа бірлік параллель түзумен z жазықтығындағы бірлік шеңбер бойынша орындалады. Жоғарыдағыны және (7), (9) формулалар ескеріп $p = \delta + j\omega$ айнымалы жазықтығының сол жағы $z = x + jy$, айнымалы жазықтығының бірлік шеңбердің сыртында болады.



7 сурет. $p = \delta + j\omega$, жазықтығының жорамал осінде үздіксіз айнымалының өсуі, $z = x + jy$ (сурет 7) жазықтығының, бірлік шеңбердің көп ретті айналуына тең болуы

(9) –ғы z –сигнал бейнесі сол сигнал спектрін көрсетеді, ал (7) Лаплас бойынша бейнені көрсетеді.

Z –түрлендірудің негізгі теоремалары. z –түрлендірудің негізгі теоремаларын дәлелдеусіз қарастырайық.

1.Сызықты теорема.

Егер $x(nT) = ax_1(nT) + bx_2(nT)$, онда $X(Z) = a X_1(Z) + b X_2(Z)$.

Кешігу теорема.(Теорема запаздывания)

Егер $x(nT) = x_1(nT - QT)$, онда $X(Z) = X_1(Z) Z^{-Q}$.

Сигналдың үйірткі (свертка) теоремасы.

Егер $X(nT) = \sum_{k=0}^n x_1(kT) x_2(nT - kT)$, онда $X(Z) = X_1(Z) X_2(Z)$.

Сигналдың көбейту теоремасы.

Егер $x(nT) = x_1(nT) x_2(nT)$, онда $X(Z) = \frac{1}{2\pi j} \oint_{\gamma} X_1(V) X_2\left(\frac{Z}{V}\right) V^{-1} dV$, где V, Z – жазығындағы айнымалы.

Энергия теорема (Парсевал теңдігі).

$$\sum_{n=0}^{\infty} x_2(nT) = \frac{1}{2\pi j} \oint_{\gamma} X(Z) X(Z^{-1}) Z^{-1} dZ.$$

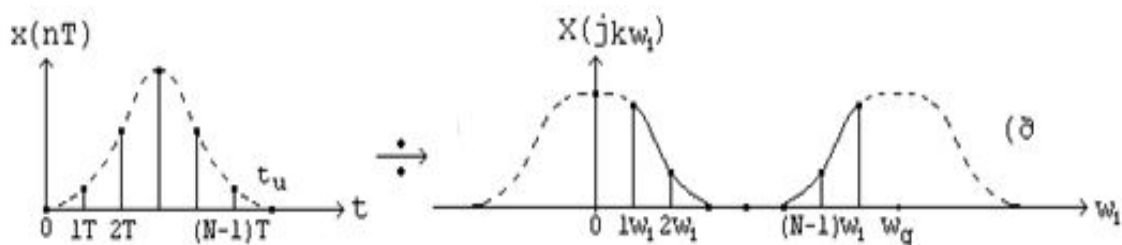
Z–Дискретті сигналдың түрлендіруі Лапластық үздіксіз сигналдар түрлендіруінің мәніне тең.

Фурьенің дискретті түрлендіруі.

Егер сигнал t_u , уақыты мәнінде шектеуші болса, ω_b – жиілігі, онда сигнал уақытық және жиілік аймағында N санағыштың (отчеты) ақырлы сандармен сипатталынады (8 сурет) :

$N = t_u/T$ – уақытша аймағында, онда $T = 1/f_d$,

$N = f_d/f_l$ – жиілік аймағында, онда $f_l = 1/t_u$.



8 сурет. Уақытық және жиілік аймағында N санағыштың (отчеты) ақырлы сандармен сипатталынатын сигнал

Дискретті сигналға периодты спектр сәйкес келеді, дискретті спектрде периодты сигналға сәйкес келеді. Бұл жағдайда $X(nT) = \{X_0; X_1; \dots X_{N-1}\}$ санағыштар (есебі, отчеты) $X(jk\omega_1)$ периодты тізбектің Фурье қатарының коэффициенттері болады, периоды ω_d - ке тең. Сәйкесінше $X(jk\omega_1) = \{X_0; X_1; \dots X_{N-1}\}$ санағыштар периоды t_u болатын $X(nT)$, периодты тізбектің Фурье қатарының коэффициенттері болып табылады.

Сигнал және спектр санағыштарының байланысын Фурье (ДФТ) дискретті түрлендірулер формуласымен анықталады. ДПФ формуласы Фурьенің дискретті сигналға арналған формуласынан шығады, егер үздіксіз ω айнымалыны $k\omega_1$ ауыстырсақ:

$$\omega \rightarrow k\omega_1, d\omega \rightarrow \omega_1. \quad (21)$$

(5) – де орындалған:

$$X(jk\omega_1) = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT) e^{-j\omega_1 nkT},$$

$$x(nT) = \frac{\omega_1}{\omega_d} \sum_{k=0}^{N-1} X(jk\omega_1) e^{j\omega_1 nkT}. \quad (22)$$

ДФТ формуласында $\omega_1 = \omega_d/N$, $T=2\pi/\omega_d$ ауыстырылған соң:

$$\begin{aligned} X(jk\omega_1) &= \sum_{n=0}^{N-1} x(nT) e^{-j\frac{2\pi}{N}kn} - \text{тіке ДПФ}, \\ x(nT) &= \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(jk\omega_1) e^{j\frac{2\pi}{N}kn} - \text{кері ДПФ} \end{aligned} \quad (23)$$

Шектелген спектрі бар сигнал уақыты үздіксіз ұзақтығы және санағыштардың үздіксіз саны мен үздіксіз спектры бар. (10) формулалар дискретті сигналдың N санағыштар және оның үздіксіз спектрінің N санағыштар бойынша толықтай қалыпқа келтіруге болады, арасындағы байланысты білдіреді.

Шекті N санағыштар саны бар сигналдың спектрі де болады, шексіз санағыштарда сигналдың қателігі бар спектрін қайталайды: спектрлер $k\omega_1$ жиіліктер санағыштарына сәйкес келеді және басқа жиілікте айырмашылығы бар. Спектрлер айырмашылығы N нен кіші, үлкен болуында. Шын мәнінде сигналдар түпкі энергиясы бар, және соған сәйкес кей есеп номерінен батап келесілердікінің кішілігіне байланысты оларды ескермесек болады, сигнал спектріне әсер етпейді.

Қортылай келгенде ДФТ формулалары сигналдармен және оның спектрілерінде түрлендіруді есептеу процедураларын жеңілдетеді, ол техникалық жүйелерде өте маңызды, олар нақты шақта жұміс істейді. Бұл жағдайда (ФТТ) Фурьенің тез түрлендіретін алгоритмі қолданылады, ол ДФТ формуласы негізінде. БПФ алгоритмінің жылдам есептеу процедурасы.

Негізгі әдебиет: 1[31-44], 2 [97-111], 2 [6-8, 11-12, 20-21]

Қосымша әдебиет: 2 [12-15, 35-41]

Бақылау сұрақтары:

1. Фурье дискретті түрлендіру мәні неде?
2. Z -түрлендірудің және кері формулаларын қалай алуға болады?
3. Z - түрлендірудің қандай негізгі теоремаларын білесіздер?
4. Қандай формула арқылы сигналдардың санағыштар және спектр арасындағы байланысты анықтайды?
5. Фурьенің тез түрлендіруі қашан және қандай мақсаты ?

6 дәріс. Дискретті сигналды өңдеу. Жүйелерде және графикалық ақпаратты өңдеу жабдықтарында әртүрлі базистерді қолдану

Цифрлық өңдеу мысалы болып: сигналдарды фильтрлеу, екі сигналды қысу, функцияның корреляциялық функцияны табу, күшейту, сигналды түрлендіру немесе шектеу, сигналдарды Фурье түрлендіруі. Қазіргі уақытта сигналды және медиялық микропроцессорлар дамып кей компаниялармен шығарылуда. Ақпараттық жүйеде кедергілерді болдырмау үшін сигналды өңдеу

қажет, оптимальды түрде кедергілер арасынан керекті сигналды бөліп алу керек. Жекелеген жағдайлар үшін универсалдық сигналдық микропроцессорлар қолданады. Винерлі фильтрлеу негізінде кедергілер арасында сигналдарды арзанырақ өңдейтін құрылғы жасауға болады. Винерлеу фильтрлеу процессі белгілі бір матрицалық операцияларды орындауға негізделген. Ортогональды түрлендірулер (кері және тура) квадратты матрица түрінде беріледі. Оптимальды матрицаны таңдау ортаквадраттық қателіктердің минимализациясына (азаюына) әкеледі, ол қателіктер кедергілерден туындайды. Тәжірибелер көрсеткендей, кедергілерді азайту үшін екілік цифрлық сигналдарды фильтрлеу үшін ортогональды түрлендіру базисінде Радемахера, Уолша и Хаара – функциялар қолданылады. Цифрлық винерлік фильтрацияда ортогональды түрлендірудің бірөлшемді түрлендірумен қатар екіөлшемдігі қолданады, ол арқылы жазық бейнелерді екіөлшемді сигналды фильтрациялау арқылы көрсетеді.

Бейнені өңдеуде квадрат және тіктөртбұрыш блоктар қолданылады. Жалпы түрде жазуға болады:

$$F(m_1, m_2) = \sum_{n_1=1}^{N_1} \sum_{n_2=1}^{N_2} X(n_1, n_2) A(n_1, n_2; m_1, m_2) \quad (24)$$

Мұнда А- тура түрлендіру ядросы.

Бастапқы бейнені кері түрлендіру арқылы алуға болады:

$$X(n_1, n_2) = \sum_{m_1=1}^{M_1} \sum_{m_2=1}^{M_2} F(m_1, m_2) B(n_1, n_2; m_1, m_2) \quad (25)$$

В – кері түрлендірудің ядросы.

Фурье түрлендірудің негізгі функциялары – тригонометрикалық функциялар \sin немесе \cos базистар арқылы түрлендіруге болады.

Дискретті синусты түрлендірулер. Ол мына өрнекпен беріледі:

$$F(u, v) = \frac{2}{N+1} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} X(j, k) \cdot \sin \frac{\pi(j+1)(u+1)}{N+1} \cdot \sin \frac{\pi(k+1)(v+1)}{N+1} \quad (26)$$

мұнда $u, v=0, 1, 2 \dots N-1$.

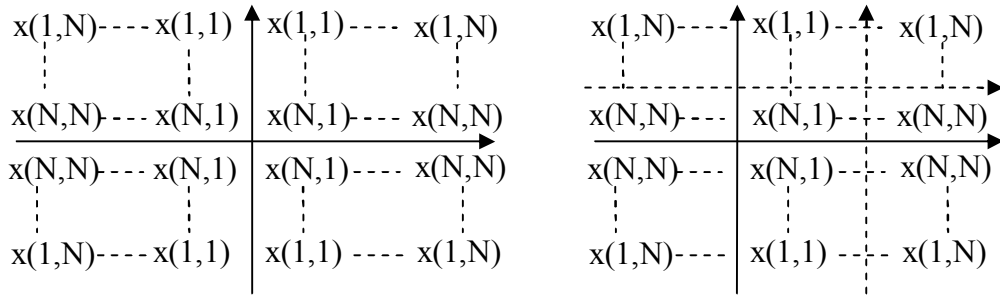
Кері түрлендіру тап осы түрге ие болады. Берілген түрлендірудің төменгі жиіліктік аймақтарында энергия шоғырланады.

Дискреттік косинустық түрлендірулер.

Симметриялы дискретті функционалды өрнектерді құру үшін керек блоктарды екі тәсілмен жасауға болады.

1) сол жақтағы бейнесі толықтай оның айнадағы бейнесін толықтырады, бастапқы блок $N \times N$, $2N \times 2N$ массивін аламыз.

2) Элементтерді нақты және айнадағы бейнені беттестіру арқылы, бастапқы блок $N \times N$, $(2N-1) \times (2N-1)$ тақ косинустың түрлендіру құрылымы.



9 сурет. Жұп косинусты түрлендірудің құрылымы

Блоктың шеткі элементтері беттестіру арқылы есептелетін екіөлшемді Фурье түрлендіруден тақ косинустың түрлендіруі шығады:

$$F(u, v) = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} \tilde{X}(j, k) \quad (1), \quad u=0, \quad v=0 \text{ болғанда } X \text{ есептеледі:}$$

$$\tilde{X}(j, k) = \begin{cases} 1/4 \cdot x(j, k), & j=0, k=0 \\ 1/2 \cdot x(j, k), & j=0, k \neq 0, \\ \text{или } j \neq 0, k=0 \\ x(j, k), & j \neq 0, k \neq 0 \end{cases}$$

$$F(u, v) = \frac{2}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} \tilde{X}(j, k) \cdot \cos \frac{2\pi ju}{2N-1} \cdot \cos \frac{2\pi kv}{2N-1}, \text{ при } u, v \neq 0 \quad (27)$$

Кері түрлендіру былайша есептеледі:

$$\tilde{X}(j, k) = \frac{2}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} F(u, v) \cdot \cos \frac{2\pi ju}{2N-1} \cdot \cos \frac{2\pi kv}{2N-1}, \text{ при } j, k \neq 0, \quad X(j, k) = \begin{cases} 4\tilde{x}(j, k), & j=0, k=0 \\ 2\tilde{x}(j, k), & j=0, k \neq 0, \\ \text{или } j \neq 0, k=0 \\ \tilde{x}(j, k), & j \neq 0, k \neq 0 \end{cases} \quad (28)$$

Жұп косинустық түрлендірулер. Екіөлшемді Фурье түрлендіруді жұп функционалды өрнекті құруда бейне блогіне оның айнадағы бейнесін қосады, сөйтіп жұп косинусты түрлендіру болады:

$$F(u, v) = \frac{2}{N} C(u)C(v) \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} \cos \frac{\pi u(2j+1)}{2N-1} \cdot \cos \frac{\pi v(2k+1)}{2N-1}, \quad C(n) = \begin{cases} 1/\sqrt{2}; & n=0 \\ 1; & n \neq 0 \end{cases} \quad (29)$$

Тура түрлендіру формуласы.

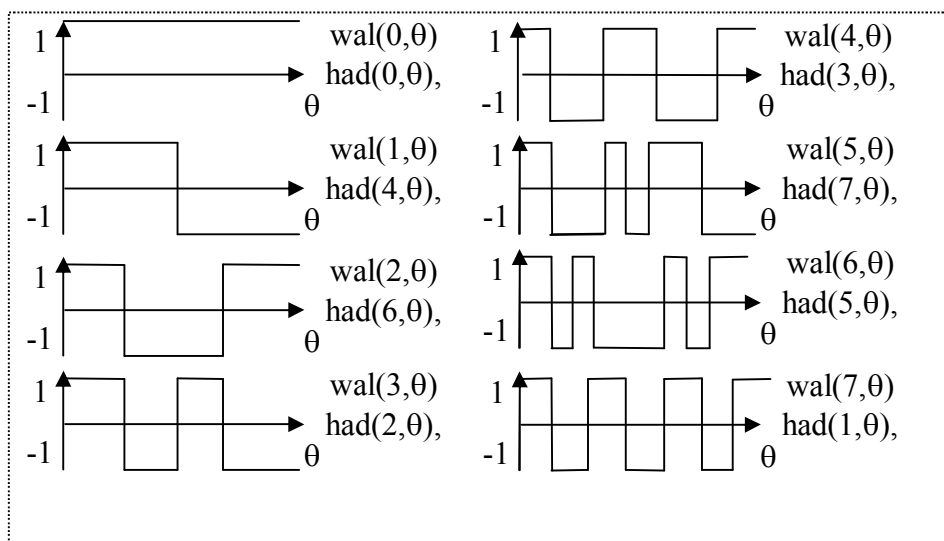
$$X(j, k) = \frac{2}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} C(u)C(v) \cos \frac{\pi j(2u+1)}{2N-1} \cdot \cos \frac{\pi k(2j+1)}{2N-1} \quad (30)$$

Бұл кері түрлендіру. Екі түрлендіруден (жұп, тақ) жұбы ғана эффективті. Базистік функциялар бөлшекті, тұрақты болуы мүмкін. Бөлшекті-тұрақты базисті функция берілген уақыт интервалында тұрақты мәнге ие. Коэффициенттерді есептеу үшін функцияны сол интервал константасына көбейту керек, бұл әрі нүктедегі косинус және синусты өзгермелі мәніне көбейткен жақсы.

Бөлшекті тұрақты функцияны қолдану оның оңайлатуымен екіншіден ақпаратты өңдеуді жылдамдату арқасында есептеу уақытын азайтады.

Уолш функция тек 1 немесе +1екі мәнге ие. Әдетте олар нумерленеді, сонда функция көп. Базистік функция жүйесінесаны әдетте әр функцияның санағыштарына тең. Уолштың алғашқы 8 функциясы $wal(n,\theta)$ – функцияның жалпы өрнегң. n - функция номері θ -интервал $0 \leq \theta \leq 1$.

Уолш функциясы олардың реті және рангі бойынша ажыратылады. Реті n санының екілік түрдегі разряды номер бірліктері максималы. Функция рангі n –нің екілік түрдегі бірліктер саны.



10 сурет. Уолш функциялары

Функциялар әртүрлі әдістермен реттеледі, есептің нәтижесіне сәйкесінше әсер етеді.

Адамар Уолштың функциясын реттейді, мұндайды Адамар бойынша Уолш функциясын реттеу деп атайды. $had(h,\theta)$ белгілеуі қабылданған, h – функция номері.

Уолш-Адамар түрлендіруі:

$wal-had=(0-0,1-4,2-6,3-2,4-3,5-7,6-5,7-1)$ – бұл функция номер өрнегі. Түрлендіру базисі Уолш – Адамар түрлендірудің ең кіші матрицасы болып

екінші ретті матрица болы есептеледі: $H_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{vmatrix}$. Уолш-Адамар матрицасы $N=2N$ ретінде болса, онда оңай құрылар еді, Уолш – Адамар матрицасын, H_N

арқылы белгілейміз, сонда: $H_{2N} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{vmatrix} H_N & H_N \\ H_N & -H_N \end{vmatrix}$, мұндағы 0, 3, 1, 2 – таңбаның

өзгерту саны.

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 3 \\ 1 \\ 2 \end{matrix}$$

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{vmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$$

Әдетте Уолш – Адамар матрицасын таңба өзгеру санының өсу бойынша жолдарды ауыстырамыз. n ретті Уолш – Адамар матрицасын реттеу үшін арналған екіөлшемді түрлендіру мына түрде болады:

$$F(u, v) = \frac{1}{N} \sum_{j=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} X(j, k) (-1)^{q(j, k, u, v)} \quad q(j, k, u, v) = \sum_{i=0}^{N-1} [g_i(u)j_i + g_i(v)k_i] \quad (31)$$

мұнда $g_0(u) = U_{n-1}$, $g_1(u) = U_{n-1} + U_{n-2}$, $g_2(u) = U_{n-2} + U_{n-3}$, $g_{n-1}(u) = U_1 + U_0$, u_i , v_i , j_i , k_i – мәндері u , v , j , k сандарының екілік түрдегі цифрларына тең, мысалға, $U=13=1*20+0*21+1*22+1*23$, $u_0=1$, $u_1=0$, $u_2=1$, $u_3=1$.

Хаар функциясы

Хаардың алғашқы екі функциясы Уолштың екі функциясына сәйкес келеді, қалғандары интервалдің әртүрлі бөліктерінде үш мәнге ие болады, олардың бірі «0», қалғандары жүйенің бөліктерінің номеріне байланысты, мысалға: 1, 0, -1; 2, 0, -2; $\sqrt{2}$, 0, $-\sqrt{2}$.

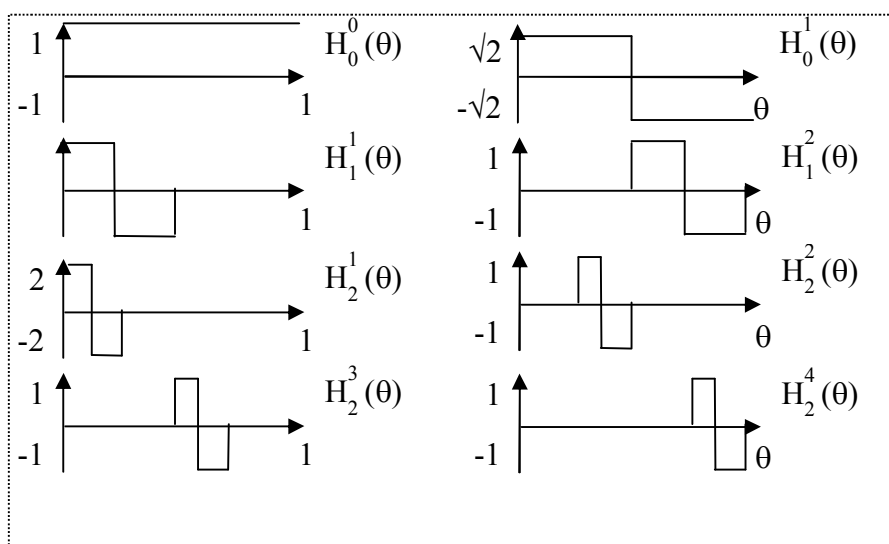
Базис әртүрлі бөліктердегі функциялардан құралады, $H_l^n(\theta)$, болып белгіленеді, мұнда l , n – жоғарғы және төменгі шектері. l – жүйедегі юөліну номері, n – сан бөліктешгі функция номері. Әртүрлі бөліктерге 0-ден өзгеше функция мәндері.

Хаардың N функциясын құру үшін келесі формулалар қолданылалды:

$$H_l^n(\theta) = \begin{cases} \frac{1}{2^{\frac{l}{2}}}, \text{ при } \frac{n-1}{2^l} \leq \theta < \frac{n}{2^l} \\ -\frac{1}{2^{\frac{l}{2}}}, \text{ при } \frac{n-1/2}{2^l} \leq \theta < \frac{n}{2^l} \\ 0, \text{ при } \text{други } \theta \in [0, 1) \end{cases} \quad (32)$$

$$0 \leq l < \log_2 N, \quad 1 \leq n \leq 2^l.$$

Цифрлық өндеуде Хаардың 4 және 8 өлшемді матрицалары жиі қолданылады. Хаардың түрлендіруін бастапқы сигналдың дискретизациясы ретінде қарастыруға болады, мұнда келесі жолға өткенде, дискретизация екі есе азаяды. Хаар спектрі бейне элементтерінің энергиясының таралуын бейнелейді, көршілес пиксильдер парының қанықтығынның арасындағы мәніне сәйкес келеді, және $2m$ элементтерден тұратын көршілес топтардың қанықтығының орта мәндердің арасындағы мәніне сәйкес келеді.



11 сурет. Хаардың алғашқы 8 функциялары

Егер қарастырылған Хаар, Уолш – Адамар, синусты, косинусты түрлендірулерді бейнені қысу жаңынан қарасақ, статистикалық зерттеулер нәтижесінде барлығының ішінен косинустық түрлендірудің біршама артылықтары бар.

Негізгі әдебиеттер: 1[31-44], 2 [97-111], 2 [6-8, 11-12, 20-21]

Қосымша әдебиеттер: 2 [12-15, 35-41]

Бақылау сұрақтар:

1. Сигналдың цифрлық өңдеуінде ортогональды түрлендірулер қандай мақсатта жасалады?
2. Тұра және кері синусты түрлендірулер қалай есептеледі?
3. Жұп және тақ косинусты түрлендірулердің айырмашылығы неде?
4. Тура және кері Уолш-Адамар түрлендіруі қалай есептеледі?
5. Хаар функциясының ерекшелігі неде?

7 дәріс. Сигналды және мультимедиялық процессорлар. Нақты шақта (уақытта) сигналды өңдеудің ерекшелігі

Соңғы уақытта ақпарат алмасу жүйелеріне мынадай қасиеттерге ие бола бастады: нақтылығы және жылдамдығы, нақты масштабтағы алмасуы, шағындылығы, энергияны аз пайдалануы мен бағасы.

Барлық талаптарды орындау қиын және БИС – ты қолдану негізінде және нақты шақ масштабында сигналды цифрлық өңдеуде ғана жүзеге асыруға болады. Қазіргі уақытта сигналды және медиа микропроцессорлар екі кластықа шығарылады: арзаны нүктені фиксирлеп форматта өңдейтін микропроцессорлар, қымбатты жүзбелі нүктелі форматта операцияларды өңдейді. Соңғысында, өңдеу жылдамдатылады және қысқартылады. Медиа процессорлары ПК мультимедиаларда видео және аудио сигналдарды, ойын құрылғыларын, тұрмыстық радио- электронды техниканы нақты шақта өңдеу үшін қолданылады. Олар жай сұлбасына және арзан бағаға ие. Сигналды процессорлар Motorola, Intel, Texas Instruments, Analog компаниялармен шығарылады. Сигналды цифрлық өңдеу көптеген сигналды процессорларда

КИХ(FIR) және БИХ(IIR) типті фильтр немесе Фурьенің (ФТТ) тез түрленуіне негізделген.

Сигналды өңдеудің цифрлық әдістерін қолдану үлкен дәлдікті және нәтиже шығару, кедергілерге әлсіз сезімталдық және құрылғының кіші көлемін қамтамасыз етеді. Жаңа класс процессорлардың шығарылуы цифрлық жүйелердің арзандауын және оларды кең көлемде қолданысын қамтамасыз етті.

Сигналды цифрлық өңдеу мақсаттары үш іс әрекетке негізделеді:

– цифрлық түрге цифрлық сигналдарды немесе кіріс аналогты сигналдың түрлендіруін енгізу;

– әртүрлі алгоритмдер арқылы құжаттар массивін өңдеу;

– алынған нәтижелерді алу немесе цифрлық сигналды аналогты формаға кері түрлендіру.

Еңгізу мен шығару әдетте ең қарапайым операциялар болып саналады, қиындықтар сигналды өңдейтін күрделі алгоритмдермен кездеседі, процессорлық уақыттың негізгі уақытын алады.

Мысалға:

– сигналдарды фильтрациялау – БИХ (шексіз импульстік сипаттамасы бар фильтрлер), КИХ(шекті импульстік сипаттамасы бар фильтрлер), адаптивті фильтрлер

– интегралды түрлендірулер корреляция функцияларын және басқа жорамал бағалауды, Хартли түрлендіруі, косинусты, Гильберттікі, Фурье т. с. сияқтыларды есептейді.

– автоматты басқару жүйелер алгоритмі – PI, PID регуляторлары, адаптивті регуляторлар, әртүрлі автоматтар т.с.с.

Есептеу процедураларды жасау негізгі үш операцияға негізделеді: көбейту, қосу, алу. Мұндай операцияларды орындауда кәдімгі процессорлар өнімділігі жеткіліксіз, мысалға кәдімгі процессор бүтін санды көбейткенде 13-тен 42 тактіге дейін, жүзбелі көбейтуде 25 тактіге дейін (486DX2, DX4) болады. Олар сигналды цифрлық өңдеуші процессорлары деп атады (Digital Signal Processors). Оның негізін арифметикалық блок, онда процессордың бір немесе екі такт ішінде негізгі арифметикалық операцияларды орындайды. Алғашқы процессорлар тек бүтін сандармен операцияларды орындады, 4 КБайтқа дейінгі кеңістіктік адресі бар 16 разрядты ұйымдастырылған. Бұл процессорлар аса маңызды кемшіліктері болған. Мысалға бүтін санды операцияда дөңгелектеуде қателеседі, ол есептеу процессінде жинақталып шығыс сигналдардың кең динамикалық диапазонын көруге мүмкіндік бермейді, осыдан дифференциалды теңдеулерді шешуде тұрақсыздық білдіреді.

Есептеу қателіктерін азайту және динамикалық диапазонды ұлғайту үшін 24 разрядты процессорлар ойлап табылды, арнайы командалар жүйесі кемшіліктерді азайтады, бірақ бұлда сигналды дәл өңдеуге жеткіліксіз еді. Интегралды түрлендірулер, әдетте Фурье түрлендіруі, онда үлкен динамикалық диапазон бар, операциялар тәртібін бағалауын орнатқанда оның бағдарламалар тиімділігін және тұрақтылығын төмендетеді.

80-ші жылдар аяғы 90-шы жылдар басында 32-разрядты процессорлар пайда болды, оның құрамында процессордың бір тактінде жүзбелі нүктесі бар

операциялар орындай алатын аппараттың көбейткіш және сумматор бар. Мұндай құрылғылардың пайда болуы сигналды цифрлық өңдеу әдістері кең көлемде қолданыла бастады, олардың негізінде өңделетін жүйелер бағасын төмендетті.

Мысал ретінде NM6403 сигналды цифрлық өңдеуші процессор қасиеттерін қарстырайық:

- RISC-ядролы 32-х разрядты
- 1-64-ті разряды векторлық процессор;
- 40 –тан 11.500 ММАС дейін масштабталатын өнімділігі бар;
- 1-деп 64-х битке дейінгі айнымалы разрядтылықты мәліметтерді өңдеу;
- Әртүрлі типті сыртқы жадысы бар екі 64- разрядты бағдарламалау интерфейсі;
- TMS320C4х процессор сигналымен аппаратты сәйкелестелетін екі жоғары жылдам коммуникациялық порттар.

Өнімділігі.

Скалярлық операциялар:

- 40 MIPS;
- 120 MOPS 32- разрядтық мәліметтер үшін.

Векторлық операциялар :

- 40 –тан 11.500 ММАС дейін (секундына миллион көбейту және қосу).

Енгізу/шығару және интерфейс жадысымен қоса:

- Екі 64-х разрядты енгізу қасиеттері бар интерфейс, жадысы 800 Мбайт/с дейін;
- Әр қайсысының мәлімет алмасу жиынталдығы 20 Мбайт/сек екі коммуникациялық порттар.

Бағдарламалық жабдық:

- компиляторы C++;
- ассемблері;
- байланыстардың редакторы;
- бағдарламалық эмуляторы;
- символдық түзетіші (отладчик);
- объектілі файлдар кітапханасы;
- енгізу және алмасу;
- жүйелік және қолданбалы кітапханалар реті .

ерекшеліктері:

- жиілігі – 40 МГц (кез-келген инструкцияны 25 нс уақытта орындау);
- технологиясы КМОП 0,5 мкм;
- корпусы BGA256;
- 2,7-ден 3,6 В жады кернеуі;
- 1,3- Вт дейінгі тұтыну қуаты ;
- -60° С-тан +85° С дейінгі қолдану шарты.

RISC-ядрасы.

- 5-разрядты 32-х қадамды конвейер.
- 32-х және 64-х разрядты командалар (әдетте бір команда да екі

операция орындалады).

- Екі адресі регистрлер адресік кеңістік кеңістік 16 Гбайт.
- SRAM/DRAM бөлшекті жадысы бар екі 64 разрядты бағдарламалы

интерфейс.

- құжат форматы : 32-х разрядты бүтіндер.

Регистрлар:

- жалпыға арналған сегіз 32-х разрядтық регистрлер;
- адресік сегіз 32-х разрядты регистрлер;
- бастапқы және қалып регистрі.

– TMS320C4x пен аппаратты сәйкестік бар екі жоғары жылдам коммуникациялық порттар.

Векторлық сопроцессорлар:

- операндар мен нәтижелер 1-64-х разрядты ұзындығы;
- векторлық матрицалар және матрицалы операциялар қолдау;
- кристалл негіздерін екі функция типтерін байыту;
- 32Х64разрядты үш ішкі RAM-блоктары.

Бағалау тесті

Собель фильтрі	68 кадров/с.
Кадр өлшемі - 384x288 байт	
Уолша-Адамара түрлендіру	0,45 с.
21 кадам, 5-тік разрядты бастапқы мәлімет	
Фурьенің жылдам түрлендіруі	102 мкс.
256 нүкте, 32 разряд	
Тура тізілген нейтрон жүйесі	1,54 с.
1024 әр қабатта әр сөзде 1024 нейтрон бар	

8 кесте

NM6403 процессорының салыстырсалы тесті

Компания, процессор типі	Собель түрлендіруі	Адамар түрлендіруі	Тікелей таралудың нейронды желісі	Фурьенің тез түрлендіруі
Intel Pentium, 200 МГц	21	2,80	-	-
Intel Pentium II, 300 МГц	-	2,58	-	200
Texas Instruments TMS320C40, 50 МГц	6,8	-	-	464 (11588)
НТЦ "Модуль" NM6403, 40 МГц	68	0,45	1,54	102 (4070)

Негізгі әдебиет: 4 [12-19]

Қосымша әдебиет: 3[75-76]

Бақылау сұрақтары:

1. Нақты уақыт шағындағы графикалық ақпаратты өңдеудің ерекшеліктері неде?

2. Сигналдарды цифрлық өңдейтін процессоры қандай есептерді шығару үшін қолданылады?

3. Сигналдарды цифрлық өңдейтін процессорлардың негізі болып не саналады?

4. Сигналдарды цифрлық өңдейтін процессорлардың жұмысында қандай алгоритмдер негізделген?

5. Сигналдарды цифрлық өңдейтін процессорлардың сипатамаларын атаңыздар?

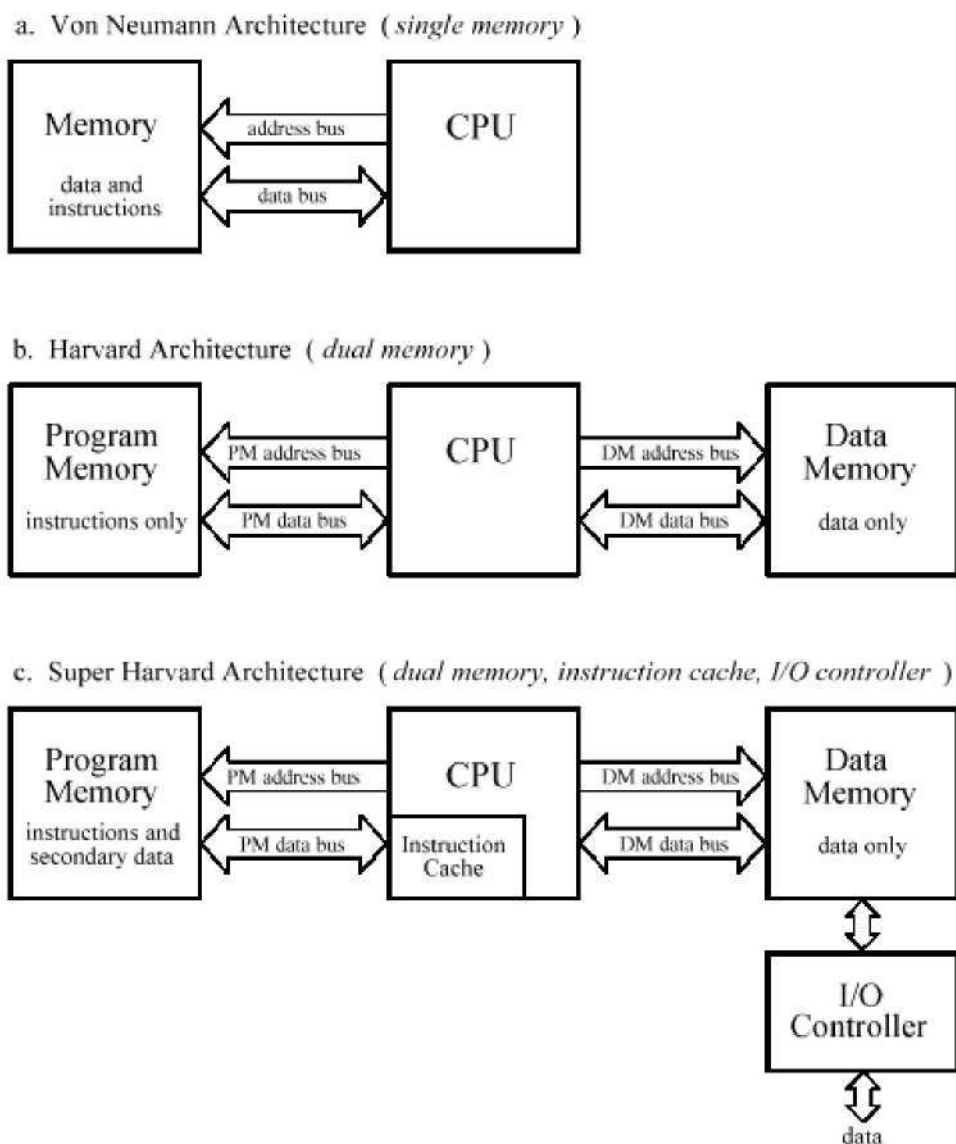
8 дәріс. Сигналды және мультимедиялық процессорлар. Құрылымы және жұмыс істеу әрекеті

Қазіргі уақытта өңдеушілер жалпы түрдегі сигналдық цифрлық процессорларда (ЦСП) сигналдарды цифрлық өңдеу алгоритмдерін шешімденгенді қалайды. Оның себебі көп тарағандығы және бағасының арзандығы сигналды өңдеу жүйелерінің артықшылығы адаптивті және міндеттемесі алгоритмдер иемденуде ЦСП жүйесінің икемділігі..

ЦСП өңдеушінің және шығарушы кедері болып Texas Instruments (TI) болып саналады, артынша Motorola және Lucent (AT&T). ЦСП компанияның Analog devices, компанияның ЦСП-ның сигналдарды цифрлық өңдеудің кеңінен қолданылады. Олардың негізі артықшылығы жылдам және қосымша периферийлі элементтермен сәйкестелетін, бағдарламалық құрылғылардың кең номенклатурасы, аз бюджеті проекттерде ЦСП-дің арзан құрылғыларын пайдалануға мүмкіндік береді.

Әрине, ЦСП-ның кемшіліктері бар, олар жаңа құрылғыларды жасағанша тіркелеміз ЦСП-ның мәлімет алмасу портының тактілі жиілігі 100 МГц-тан, асырмайды, бұл радиодиапазон жүйелерде қолданылмайды. 2-ден, әр ЦСП өзінің командалар тобына ие. Бұдан басқа ЦСП –ды иемдену және универсалды алгоритм кітапханаларын құрғызбайды. Си тілінде және басқа жоғары бағдарламалау тілдеріндегі белгілі ЦСП-ға негізделген компиляторының ештеңеден шеше алмайды. 3-ден күрделі параллельді структураларды иемденгенде процессордың санын көбейтіп олардың мультипроцессорлар тәртібіндегі қалыпты жұмысын қамтамасыз ету керек. 4-ден қоректену көзі бар интерфейсті мағлұмат қабылдағышты иемдену үшін керекті сыртқы элементтерді керек етеді. Сигналдарды цифрлық өңдегенде жадыдан және оған ақпаратты тасымалдауды процессор ұйымдастырады. Кіріс сигналының таңдамасы және фильтр коэффициенті мағлұматтар санымен бірге бағдарлама командалары кіретін екілік кодтар.

Сурет 12(а) дәстүрлі микропроцессорлар осы кәдімгі есеп көрсетілген. Мұнда әдетте Джон Нейлеон америка математигі атымен Нейман архитектурасы деп атаймыз. (Von Neumann) (1903-1957).

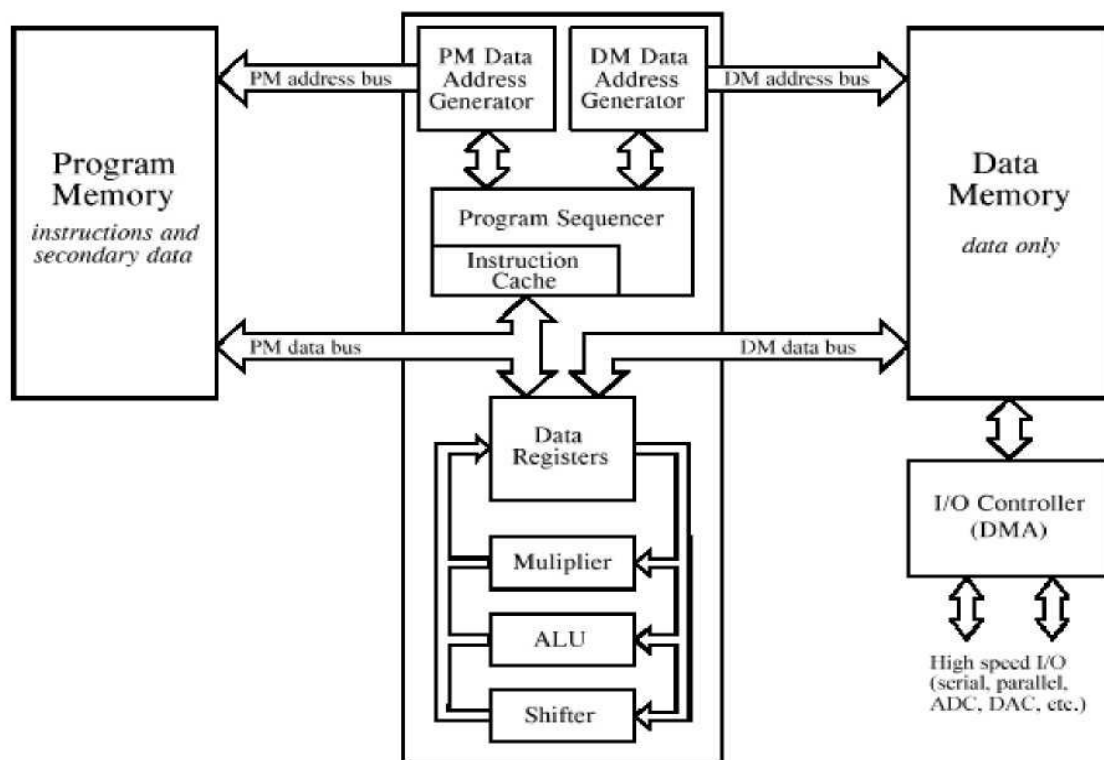


12 сурет. Микропроцессордың архитектура

(b) - Гарвардтың архитектурасы, (c) - Гарвардтың жақсартылған архитектурасы. Гарвард проектісіне қарағанда жақсартылған өндіріс, команда кәші және арнайы енгізу/шығару контроллері қосылған (аталған архитектура кейбір Цифрлық Сигналдық Процессорлар өкілдерінде қолданылған).

Жылдам енгізу/шығару – ЦСП-ң басты баяндамасы. Басты мәселе келесіде: мәліметтерді жадыға орналастыру, математикалық операцияларды жасау, келесі санагыштар (отсчет) таңдамасына қатынас құрмайынша мәліметтерді жадыдан алу. Қалғанның бәрі екінші орында. Кейбір ЦСП-лар құрамында автономды аналогті-сандық және сандық-аналогті түрлендіргіштер бар. Бұл ерекшелік аралас сигнал деп аталады. Бірақ, барлық ЦСП-лар интерфейс көмегімен параллель не тізбекті порттар арқылы сыртқы конвертерлермен байланыс жасай алады.

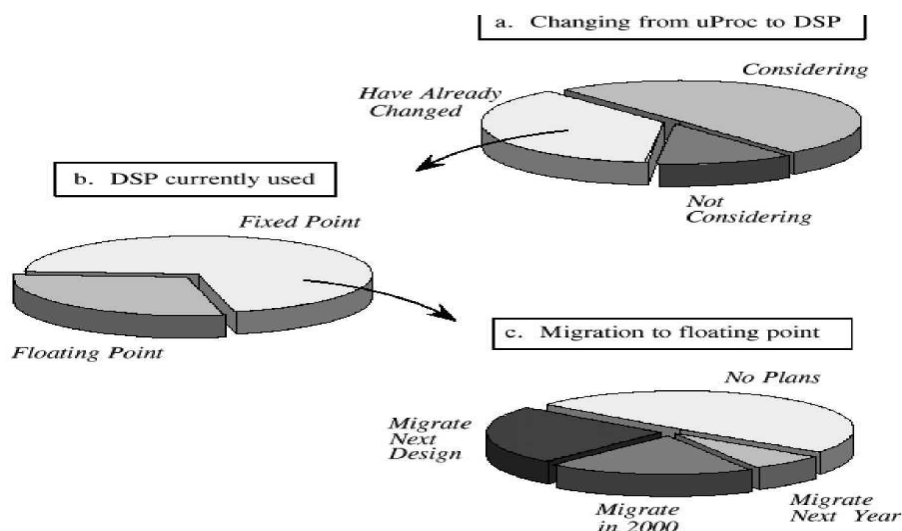
ЦСП-ң типтік архитектурасын келтірейік. Цифрлық сигналдық процессор бір уақытта бір неше есептерді шығару үшін құрылған. Бұл жерде ЦСП-ң қарапайым сұлбасы келтірілген.



13сурет. ЦСП-нің типтік архитектурасы

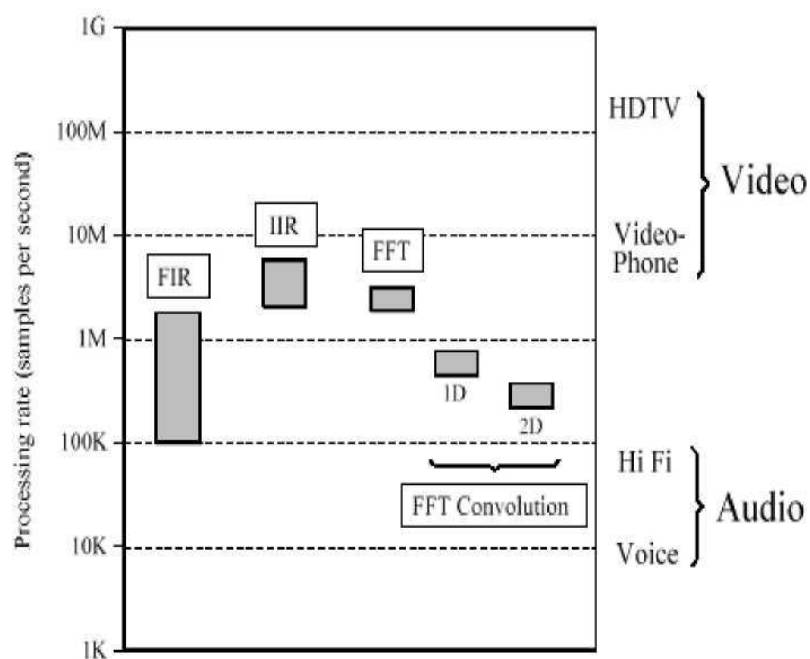
ЦСП саласындағы басты тенденцияларды қарастырайық. 14(a) суретте көрсетілгендей, енгізілген проектилеушілердің шамамен 38 % қарапайым микропроцессорларды ЦСП-ға ауыстырып үлгерді, ал қалған 49 % ауыстыру мәселесін қарастыруда. 14(b) суретінде инженерлер бекітілген нүктесі бар форматтар ЦСП-ды жылжымалы үтірі бар форматты ЦСП-ға қарағанда екі есе артық қолданады. Бұл негізінен ұялы телефондар сияқты арзан электроникамен жабдықталған тұтынушы өнімдерімен түсіндіріледі. Дегенмен, 14(c) суретінде көрсетілгендей, жылжымалы үтір - өсімнің ең тез сегменті; инженерлердің жартысы жылжымалы үтірлі ЦСП-ға көшуге дайындалуда.

Күнделікті микропроцессорлардың орнына ЦСП-н қолданудың бірінші себебі – жылдамдығы, таңдама санағыштарын (отсчеты) құрылғыға тез орналастыру қабілеті, керекті математикалық операцияларды орындау және өңделген мәліметтерді шығару. ЦСП-ң жылдамдығы қандай деген сұрақ туындайды. Бұл сұраққа қарапайым жауап – эталонды тестілер – микропроцессордың жылдамдығын сандық түрде бейнелеу тәсілі. Мысалы, бекітілген үтірлі жүйелер көбінесе MIPS-та анықталады (секундына миллион бүтін санды операциялар). Сондай-ақ, жылжымалы үтірлі құрылғылар MFLOPS-та анықтала алады (секундына жылжымалы үтірмен орындалатын миллион операциялар).



14 сурет. ЦСП саласындағы негізгі тенденциялар

Нақты ЦСП алгоритмінің жұмыс қарқындылығын таңдама санағыштар үшін тактілік жиілікті керекті тактілік циклдер санына бөлу арқылы табуға болады. Берілген бейне SHARC ЦСП-да орындалған, тактілік жиілігі 40 МГц болатын төрт қарапайым алгоритмдер үшін өнімділігінің диапазонын көрсетеді.



15 сурет. SHARC ЦСП-да орындалған, тактілік жиілігі 40 МГц болатын төрт қарапайым алгоритмдер үшін өнімділігінің диапазоны

DSP-ны жүзеге асыру мысалы ретінде Analog Devices компаниясының ADSP-2106X тобындағы жылжымалы үтірлі 32-разрядты SHARC процессордың жаңартылған гарвардтық архитектурасын қарастырайық.

SHARC процессордың басты ерекшеліктері:

100МГц ядро/ ең жоғарғы өнімділігі 300 MFLOPS

Көбейткіштің, АЛҚ-н,(DAG) адресті қос генератордың және секвенсердің параллельді жұмысы.

- Арифметикалық конвейер жоқ; барлық есептеулер – бір циклде. Жоғарғы дәлдік және кеңейтілген динамикалық диапазон.
- 32/40-разрядты жылжымалы үтірлі IEEE форматы.
- 32-разрядты бекітілген нүктемен көбейту (64- разрядты нәтиже) және 80- разрядты аккумулятор жинақтау.

Қос портты жадымен мәлімет алмасу бір циклде орындалады.

- КЭШ-жады және жақсартылған Гарвардтық архитектура көмегімен орындалады.

Қосымша микросхемаларсыз көпроцессорлы жүйе құру мүмкіндігі. Тестілеу және эмуляция үшін JTAG портының болуы.

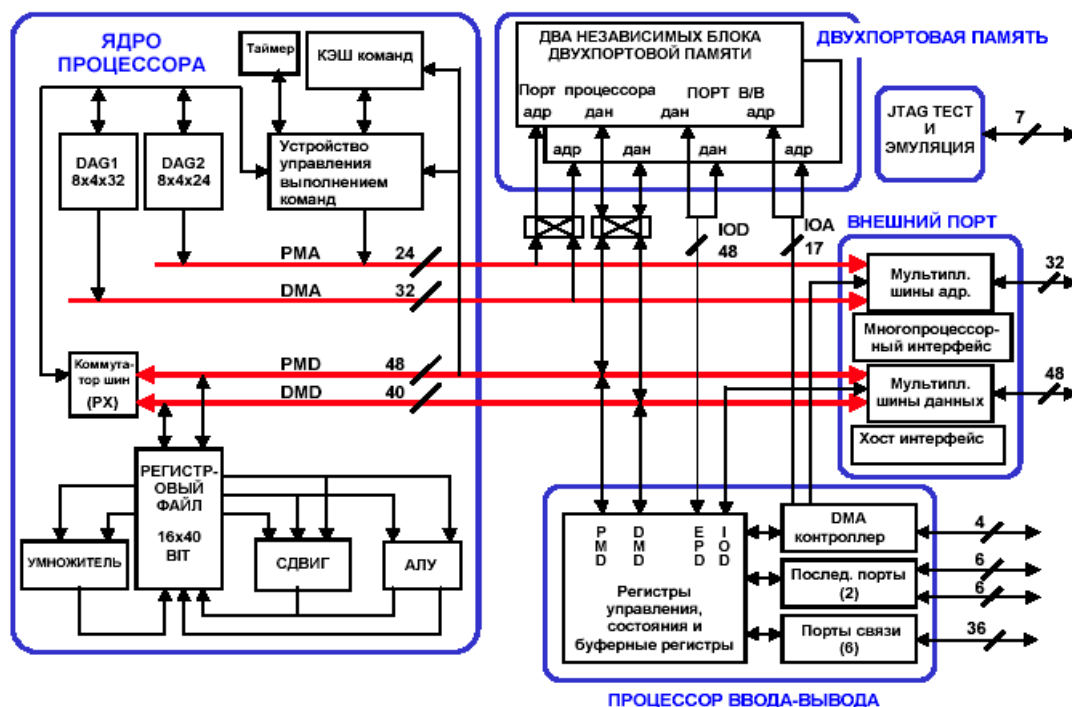
DMA контроллері, тізбекті порттар, байланыс порттар, сыртқы шина, динамикалық жады контроллері, таймерлер.

SHARC® – жылжымалы нүктелі DSP арасында лидер.

- SHARC тіпті микропроцессорлық жүйелер үшін стандарт болып табылады.

- ADSP-21160 – ЦОС көпроцессорлы жүйелер саласында SHARC процессорлардың лидерлік деңгейін нығайту.

- ADSP-21065L – бұл қымбат емес DSP- процессорлар арасындағы дұрыс таңдау.



16 сурет. Analog Devices компаниясының ADSP-2106X тобын- дағы жылжымалы үтірлі 32-разрядты SHARC процессордың жаңартылған гарвардтық архитектурасы

Гарвардтық супер архитектура: баланстанған жады, енгізу/шығару құралдары және есептік қуат
Жоғарға қарқынды есептеу блогы.

Құрамда төрт шинаның болуы:

- Келесі команданы таңдау.
- Мәліметтің екі мәніне қатынас құру.
- енгізу/шығару үшін DMA-ны жүзеге асыру .

Жадының эффективті құрастырылуы. DMA жұмысты баяулатпайды.

ADSP-2106x тобындағы процессорлар барлық командаларды бір синхронизация циклінде орындайды.

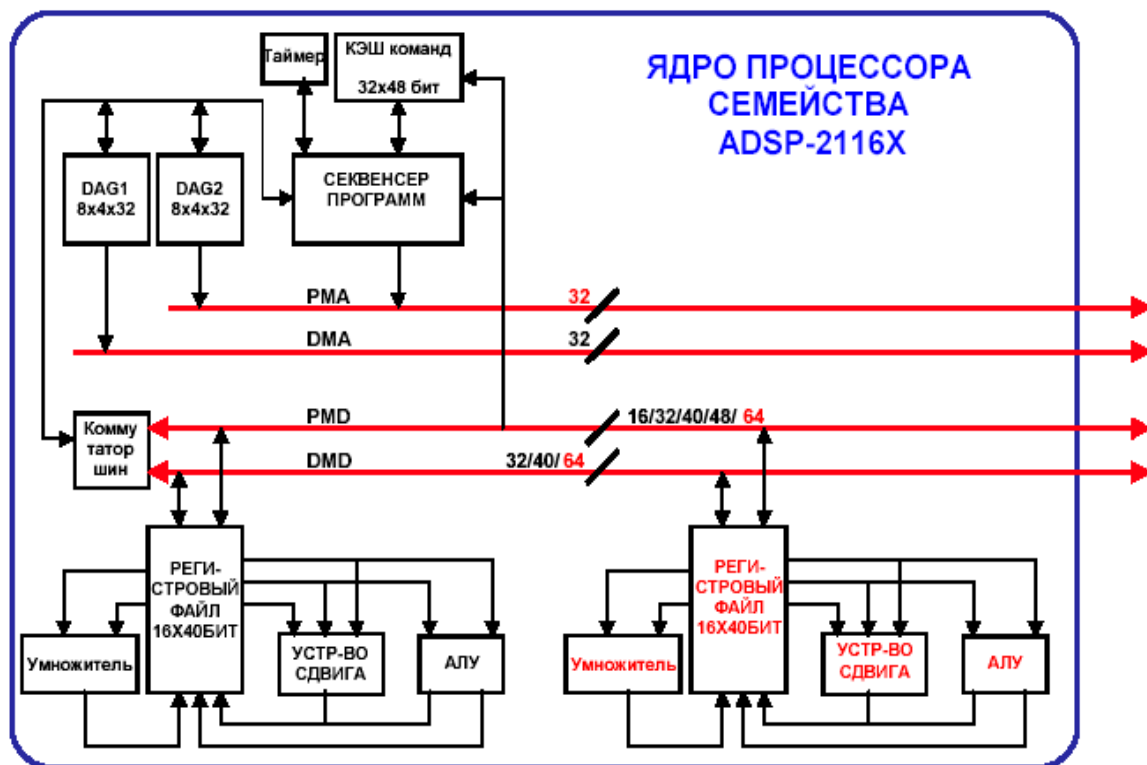
ADSP-2106x тобындағы процессорлар жүйесін тестілеу үшін IEEE P1149 JTAG стандартын қолданады. Бұл стандарт жүйенің әр компонентінің енгізу/шығару қалпын кезектеп сканерлеу

тәсілін анықтайды. Сұлба ішіндегі эмулятор JTAG тізбекті портын енгізілген ішкісұлбалы эмулятор жүйесіне қатынас құру үшін қолданады. EZ-ICE эмуляторлары JTAG портын процессорды басқару және бақылау үшін қолданады. EZ-ICE ішкісұлбалы эмуляторы процессорды толық жылдамдықта тестілейді және процессордың стектерін, регистрлерін, ішкі

жадысын оқу және жаңарту мүмкіндігін сақтайды. Ішкісұлбалы эмулятор жүйенің синхрондалуына және жүктелуіне әсер етпейтіндіктен, JTAG процессорының интерфейсін қолдану жүйе жұмысының үзіліссіз ішкісұлбалы түзетуін қамтамасыз етеді.

"Бір инструкция – мәліметтердің қос жинағы" принципінде құрастырылған ADSP-2116X тобындағы процессордың ядросының архитектурасы.

ADSP-21160 процессоры – Analog Devices компаниясының 32-разрядты DSP-ң алғашқы өкілі. Оның ядросының архитектурасы 17-суретте көрсетілген.



17 сурет. ADSP-21160 процессоры ядросының архитектурасы

ADSP-2116x тобындағы SIMD процессорының архитектурасы құрамында екі (PE_x, PE_y) есептеу блогы және екі еселенген сөз өлшемді мәліметтер шиналары (DMD, PMD) бар. Бірінші PE_x есептеу блогы әрқашан да қосылған күйде болады.

Негізгі әдебиеттер: 4 [12-19]

Қосымша әдебиеттер: 3[75-76]

Бақылау сұрақтары:

1. ЦСП және қарапайым микропроцессорлар арасындағы айырмашылық қандай?
2. ЦСП құрылымындағы және жұмыс істеу принципіндегі ерекшелік қандай?
3. Нақты ЦСП-ң өнімділігі қалай анықталады?
4. Эталондық тесттер дегеніміз не және олар не үшін қажет? Мысал келтіріңіз.
5. Нақты проектінi жүзеге асыру үшін процессор қандай қағидаларға байланысты таңдалады?

***9 дәріс.** Графикалық ақпаратты сақтау. Растрлық, векторлық және метафайлдарды құру*

Файл форматтарын және мүмкіндіктерін білу баспаны басып шығаруда, web үшін бейнені дайындауда және графикалық ақпаратты өңдеудің басқа жүйелерінде ең басты болып табылады.

Дербес компьютерде BMP, PCX, GIF, TIF және JPG кеңейтулері бар файлдарды көптеп кездестіруге болады. Көбіне бұл файлдар растрлық графикалық бейнелерді сақтайды. Файл атындағы кеңейту ақпараттың қай форматта сақталғанын анықтайды. Мысалы, BMP кеңейтілуі Windows, OS/2 жүйелерінде қолданылатын BMP- файлы екенін көрсетеді (bitmap биттік, растрлық); TIF – TIFF –тан қысқартылуы не Tagget Image File Format.

Әр формат ақпаратты әрқалай сақтайды және олардың әрқайсысы түрлі мақсаттар үшін құрылған. Мысалы, GIF (Graphics Interchange File – графикалық алмасу файлы) шектелген көлемге ақпараттың максималды өлшемін сақтау және файл алмасу уақытын үнемдеу мақсатында құрылған. PCX форматы ең бастан ақ-қара графикалық файлдарды сақтау үшін құрылған. PCX форматы жылдан жылға жаңартылып, қазіргі уақытта түрлі-түсті графикалық файлдар үшін әртүрлі программалармен қолданылады.

Растрлық графикалық файл не сақтайды? Осындай файл әдетте ақпараттың екі түрін сақтайды: графикалық және графикалық емес. Графикалық мәліметтерде пиксельдердің түсі көрсетіледі, ал графикалық емес мәліметтер бейнені бейнелеуге қажетті ақпараттың басқа түрін сақтайды, мысалы енін және биіктікті. Графикалық емес файл бөлігі де басқа ақпаратты сақтай алады (нұсқа нөмірі, авторлық құқықтар т.б). Бұның бәрі файлды кім және қай программамен құрғанына байланысты.

Растрлық файлдарда көбіне пиксельдер жайлы мәліметтерді сақтаудың екі тәсілінің бірі қолданылады. Толықтүсті бейнелерде пиксель 16 миллионнан аса мәндердің кез-келгенін қабылдай алады, сондықтан пиксель түсі де 24-

разрядты мән ретінде сақталады – қызыл, жасыл және көк түстердің әрқайсысына 8 биттен. Егер бейне 1 миллион пиксельден құралса, онда файл өлшемі 3 миллион байт және графикалық емес мәліметтер ұзындығынан тұрады. Егер бейне 256 не одан кем түстермен шектелсе, онда түс жайлы ақпарат палитра көмегімен кодталады. Пиксель түсінің мәнін сақтаудың орнына пиксель жайлы ақпарат палитра жолына нұсқайды, ал ол жол түсті білдіреді. Неғұрлым бит саны кемісе, соғұрлым файл өлшемі кемиді.

Графикалық файлдар форматтарының көбінде пиксельдер жол бойымен орналасады. Егер бейне өлшемі 1000-ға 1000 пиксель және әр пиксель 8 битпен көрсетілсе, онда файлдың графикалық бөлігінің алғашқы 1000 байты пиксельдер түсін сақтайды (бейненің жоғарғы жолдарынан солдан оңға қарай), келесі 1000 байт екінші жолдағы пиксельдер түсін сақтайды, т.с.с. Бірақ, кейбір форматтар жолдардың басқа ретін пайдаланады. Мысалы, BMP файлдары бейненің төменгі жолынан басталып, жоғарғы жолдармен бітеді.

Әр форматтарда графикалық және графикалық емес мәліметтер құрылады.

Ең көп тараған растрлық форматтардың қысқа мінездемесі:

1. BMP (bitmap) форматы Windows үшін арналған, және бұл ортадағы барлық программаларында қолданылады. Толық түсті бейнелерді RGB түсті модельде және индекстелген файлдарды сақтауға мүмкіндік береді. Баспана саласында қолданылмайды, бірақ әсемдеуде кең тараған.

2. JPEG (JointPhotographicExpertsGroup) сығылған растрлық файлдарды сақтауға арналған. Бұл әдіспен қысу файл өлшемін азайтады 100 % дейін (негізгі диапазон 5-н 15 дейін), бірақ бейне сапасы төмендейді (рұқсат етілген деңгейде). Файлды ашқанда автоматты түрде қалыпты күйге келеді. Формат тек жартытонды және толықтүсті бейнелерді CMYK және RGB модельдерде сақтайды. Өте тиімді сығу алгоритмі бұл форматтың WorldWideWeb-те кең таралуына жол ашты. Формат мөлдірлікті және анимацияны қолдануға мүмкіндік бермейді. Әдетте жоғары сапалы фотосуреттерді сақтауда пайдаланылады, 16 миллионға дейінгі түстермен жұмыс істей алады. Полиграфияда қолданбаған жөн.

3. GIF (GraphicsInterchangeFormat) форматы баспана саласында пайдаланылмайды, бірақ Web-те кең таралған. Web үшін кең таралған формат болып табылады. Бір файлда бірнеше бейне сақтауға мүмкіндік береді. Web-браузер GIF файлындағы бейнелерді тізбектеп көрсетеді. Әр бейне мультипликацияның бір фазасы болса, сіз қысқа мультфильм көресіз. Формат тек индекстелген бейнені сақтайды. Стандартты GIF форматына экспорттау фильтрі форматтың жалғыз ерекшелігін қабылдаған – жолдық жазу (чересстрочная развертка). Бұл ерекшелік браузерлермен пайдаланылады: бейне жүктелген сайын көп бөліктер айқындалады.

4. PNG (PortableNetworkGraphics) форматы бейнені торап арқылы жіберу үшін арналған. Толық түсті RGB және индекстелген бейнелермен жұмыс істеуге жарамды. Мөлдірлік масканы сақтау үшін жалғыз қосымша каналды пайдалануға болады. Мәліметті жоғалтпайтын қысатын эффективті алгоритммен жұмыс істейді. Бұл формат Web-те де пайдаланылады.

5. PSD (Adobe Photoshop Document) форматы Adobe Photoshop бағдарламасының ішкі форматы болып табылады. Adobe фирмасының басқа өнімдері арасында мәлімет алмасуда өте ыңғайлы. Документ жайлы барлық баяндамаларды сақтағанмен, кеңінен таралмаған.

6. TIFF (Tagged Image File Format) форматы сканерленген бейнелер үшін универсалды формат ретінде құрылған. Түрлі платформаларға аудармалы. Барлық баспалық жүйелерде импортталады. Мәліметті жоғалтпай қысу алгоритммен жұмыс істейді.

7. DCS форматы түстерге бөлінген бейнелерді қою үшін арналған. EPS форматының бір нұсқасы.

8. PDF (Portable Document Format) форматы Adobe фирмасымен құрастырылған. Платформаға тәуелсіз формат. Иллюстрациялар (растрлық, векторлық), гипермәтіндік нұсқамалар және көп шрифтері бар мәтін сақталынады. PDF форматының аударуын (Portable) жүзеге асыру үшін файл өлшемі аз болуы қажет. Бұл үшін компрессия қолданылады. Әр объект үшін өз тәсілі бар. Бұл форматпен жұмыс істеу үшін Adobe фирмасы Acrobat пакетін шығарды. Acrobat Distiller PostScript файлдарын PDF-ке ауыстырады, Acrobat Exchange оларға түзетулер енгізуге мүмкіндік береді. PDF-ң басты қолданысы – торап арқылы көрсетілген және форматталған документтерді жіберу – бүгінгі күні кеңейтілген. Сонымен қатар PDF-пен тез арада эскиздерді жіберуге болады. PDF қабылдаушыда түрлі шрифттердің бар болуын қажет етпейді (бәрі тура файлға жүктеледі).

Кейбір форматтарды тереңірек қарастырайық.

JPEG (JointPhotographicExpertsGroup).

JPEG – бұл формат емес, бұл қысу алгоритмі. Алгоритм RLE, LZW сияқты бірдей элементтерді табуға негізделмеген, керісінше пиксельдер айырмашылықтарын іздейді. Мәліметтерді кодтау бірнеше деңгейлерден тұрады. Алдымен графикалық мәліметті RGB типті түсті ортаға конверттеледі, одан соң түс жайлы ақпараттың жартысы не төрттен үш бөлігі алынып тасталады. Кейін 8x8 пикселді блоктар анализделеді. Әр блок үшін сандар жиыны құрылады.

Алғашқы сандар блок түсін білдірсе, келесілері терең ақпаратты (тонкие детали) сақтайды. Бөліктер спектрі адамның көру қабілетіне негізделгендіктен, ірі бөліктер айқынырақ байқалады.

Келесі деңгейде, сіз таңдаған сапаға байланысты, сандардың белгілі бір бөлігі алынып тасталады. Соңғы деңгейде ақырғы мәліметтерді эффективті түрде қысу үшін Хаффман тәсілі қолданылады. Қалыпқа келтіру кері ретте орындалады.

Сонымен, компрессия деңгейі жоғары болған сайын, мәліметтердің көп бөлігі алынып тасталады да, сапа төмендейді. JPEG-ні пайдалана отырып BMP-дан өлшемі 1-500 есе аз файл алуға болады. Формат аппаратты тәуелсіз және PC, Macintosh-қа да жарамды. JPEG түстердің индекстелген палитрасына жарамсыз. Алғашында формат құрамында CMYK болмады, Adobe оны кейін қосты, бірақ CMYK JPEG көп жерде ыңғайсыз болып келеді. Ең жақсы таңдау Photoshop-тағы EPS файлдарында JPEG сығуын пайдалану.

JPEG-ң ішкі форматтары бар. Baseline Optimized – файлдар жақсы қысылады, бірақ кей бағдарламалармен оқылмайды. JPEG Baseline Optimized арнайы Интернет үшін жасалған, барлық негізгі браузерлер форматты оқи алады. Progressive JPEG те торап үшін жасалған және файлдары стандарттыдан кемірек, бірақ Baseline Optimized-ан үлкен. Progressive JPEG негізгі ерекшелігі бір жолды қалтырып бір жолды пайдаланып шығу.

Айтылғаннан келесі қорытынды жасауға болады. JPEG-пен фотографиялық сапасы бар растрлық суреттер логотип пен сұлбаларға қарағанда әлдеқайда жақсы қысылады. Web үшін жасалған үлкен бейнелер жақсы және мәліметтер жоғалмай қысылады немесе жоғары баспа резолуциясы сақталады (200-300-ден артық dpi), әр квадратта 8x8 пиксель және өтімдер анық болады (файлда осындай квадраттардың саны көп болғандықтан). Түс сақталымы маңызды суреттерге JPEG қысуын пайдаланбаған жөн. Себебі, қысу кезінде түстік ақпараттың белгілі бір бөліктері алынады. Жұмыстың ақырғы нәтижесін сақтау керек (әр сақтаған сайын түс жайлы ақпарат жоғалады).

LAB түстік кеңістік үш каналды түсті береді: бір канал жарықтылық (L – Lightnes) мәніне беріледі және қалған екеуі – түстік ақпаратқа беріледі (A және B). Түстік каналдар бір түске емес, шкалаға сәйкес келеді. A каналы жасылдан қызылға қарай үзіліссіз спектр берсе, B – көктен сарыға қарай спектр береді. A және B-ң орта мәндері сұр түске сәйкес.

Бұған ұқсас YCC түстік модель бар және Kodak Photo, CD Flash Pix форматтарында пайдаланылады.

Хаффманның қысу әдісі 1952 жылы ойлап табылған және басқа тәсілдерде негізгі құраушы болып табылады. Хаффман әдісінде символдар жиыны алынып, әр символ жиілігі анықталады. Көп кездесетін символдарды минималды бит санымен көрсету қолданылады. Мысалы, ‘e’ әріпі латын мәтіндерінде көп кездеседі, оны тек қана екі битпен (0 және 1) көрсетуге болады (ASCII кодта сегіз бит қажет болар еді).

TIFF (Tagget Image File Format).

TIFF аппаратты тәуелсіз формат бүгінгі күні ең таралған және сенімді форматтардың бірі. PC мен Macintosh-та барлық бағдарламалармен оқылады. TIFF растрлық графиканы векторлық программаларға және баспа жүйелеріне импорттағанда ең тиімді болады. Ол түстік модельдердің барлық диапазонына – монохромдыдан бастап RGB, CMYK және қосымша Pantone түстерге қатынас құра алады. TIFF контурларды, Альфа-каналды, басқа мәліметтерді сақтай алады TIFF екі түрлі болады: PC үшін және Macintosh үшін. Бұл Motorola процессорлары сандарды солдан оңға қарай оқып және жазады, Intel процессоры керісінше орындайтынына байланысты. Қазіргі бағдарламалар екі тәсілді де пайдалана алады.

TIFF форматында LZW-компрессия пайдаланыла алады. Бірқатар ескі бағдарламалар (мысалы, QuarkXPress 3.x, Adobe Streamline, көптеген мәтіндік редакторлар) қысылған TIFF файлдарын оқи алмайды, бірақ, егер сіз жаңа бағдарламалық жүйемен қамтылсаңыз, компрессияны қолдануыңыз әбден мүмкін.

Графикалық мәліметтерге қатынас құру, сақтау мысалын BMP файлында

қарастыру:

1. Алғашқы 14 байт BMP файлдың атын құрайды. Файл аты құрамында үш мән бар: BMP әріптері графикалық файл BMP форматында екенін көрсетеді, файл өлшемін білдіретін сан, растрлық мәліметтер қайда сақталғанын көрсететін сан. Соңғы сан файл басынан бастағанда байт санына тең. Файл атындағы тағы екі өріс болашаққа резервтелген және нөлдерден тұрады.

2. Керекті графикалық емес мәліметтер ақпараттық аттарында жасырынған. Ақпараттық аттарындағы өрістер оның өлшемін (40 байт BMP файлында Windows үшін), пиксельдерде енін және биіктігін, бір пиксельге қанша бит келетінін сақтайды.

3. Түстік кесте 4 байттан 256 өрістен тұрады. Әр өрістегі бірінші байт көк түсті компонентке жауап берсе, екінші жасылға, үшінші қызылға жауап береді. Төртінші байт әдетте қолданылмайды және 0 мәніне ие болады. Егер түстік кестеде алғашқы үш мән 0, 192 және 192 болса, бұл нөлдік номер орта интенсивті сары түске сәйкес келетінін білдіреді (жасыл және қызыл аралас). Түстік кестеде барлық түстер анықталған.

4. Файлдың қалған бөлігі пиксельдер мәнін сақтайды. Мысалы, бейне 1 миллион пиксельден тұрса, әр пиксель 8 бит – бір байт қажет ететіндіктен, файлдың бұл бөлігі 1 миллион байттан тұрады. Байт тізбегі бейнедегі пиксельдер ретіне сәйкес келеді: бейненің төменгі жолынан бастап солдан оңға қарай. Әр байт мәні түстік кестедегі түс нөмірі.

5. BMP файлдағы суретті экранға шығару файл атын және ақпараттық атын оқудан басталады. Бағдарлама осы арқылы бейне өлшемін және түстер санын танып біледі.

6. Содан соң, бағдарлама түстік кестені оқиды. Егер компьютер максимум 256 түсті шығарса, бағдарлама түстік палитраны түстік кестедегі мәндермен толтырады. Осылай, сурет түстерінің дұрыс көшірмесі пайда болады. Егер компьютер бір уақытта миллиондаған түстерді көрсете алса, палитраны толтыру қажет емес.

7. Растрлық мәліметтер оқылады. Пиксельдер мәні бар жол файлан оқылған соң ол экранда бейнелену үшін видео-буферге жіберіледі.

Негізгі әдебиеттер: 1[44-46], 2[11-119], 125-128]

Қосымша әдебиеттер: 2[75-76]

Бақылау сұрақтары:

1. Файл форматы және мүмкіндігін білу қашан қажет?
2. Векторлық және растрлық графикалық ақпаратты сақтаудың айырмашылығы неде?
3. Түрлі форматтарда графикалық мәліметті қысудың қандай алгоритмдері қолданылады?
4. Графикалық форматтардың әр түрлілігі немен түсіндіріледі?
5. Қандай графикалық емес мәліметтер сақталуы мүмкін?

10 дәріс. Графикалық ақпаратты сақтау. Анимация файлдарының форматы

Қозғалысты бақылаудың физиологиялық аспектісі. “Анимациялау” терминінің тура аудармасы суретті, бейнені “жандандыру”. Анимация теориясы адам көзінің бақылаған нәрсені қабықшада сақтап, тез өзгеретін бейнелерді бір тізбекке қосу қабілетіне негізделген. Бұл үзіліссіз бейнелену елесінің пайда болуына әкеледі.

Адам физиологиясы тұрғысынан қарағанда, бақылаушы байқайтын объектілердің баяу өзгерісінің минималды жиілігі үзіліссіз көру тізбегінің төменгі шекарасы деп аталады. Жоғарғы шекара адам миының болып жатқан өзгерістерді байқау реакциясымен және не болып жатқанды түсіну қабілетімен анықталады.

Бұл жағдайлар динамикалық процесстерді техникалық құрылғылармен бейнелегенде ескеріледі.

Экрандық уақыттың бір секундында кадрлар өзгерісінің жиілігі:

12 – 16 – компьютерлік анимация үшін,

24 – киноматография үшін,

25 – теледидардың PAL жүйесі үшін,

30 – теледидардың NTSC жүйесі үшін.

Анимацияны екі топқа бөлуге болады: 2D – жазықтықтағы анимация (екі өлшемді) және 3D – кеңістіктегі анимация (үш өлшемді).

Кейбір файлдар форматын тереңірек қарастырайық.

GIF (CompuServe Graphics Interchange Format).

Аппараттық тәуелсіз GIF форматы CompuServe фирмасымен растрлық бейнелерді торап арқылы жіберу үшін 1987 жылы жасалған (GIF87a). 1989 жылы жаңартылып (GIF89a), анимация және мөлдірлік енгізілді. GIF форматы LZW-компиессиясын қолданады. Сондықтан, біртекті құймалары бар (схемалар, логотиптер) файлдар жақсы қысылады.

LZW (Lempel-ZIV-Welch) қысу тәсілі 1978 жылы израильдік Лемпел және Зивпен ойлап табылып, кейін АҚШ-та (США) жаңартылды. Бүкіл файлда бірдей тізбектерді (фразалар д.а) іздейді. Табылған тізбектер кестеде сақталып, оларға қысқа атаулар меншіктеледі (кілттер). Мысалы, егер суретте қызыл, сары, жасыл түстер жиыны бар болып, олар 50 рет қайталанса, LZW бұны байқайды да, бұл жиынға бөлек санды меншіктейді (мысалы 7) және бұл мәліметтерді 50 рет 7 саны ретінде сақтайды. LZW әдісі RLE сияқты біртекті және шудан бос түстер аймағында жақсы жұмыс атқарады, RLE-ден жақсырақ істейді, бірақ кодтау және қалпына келтіру баяу жүреді.

GIF форматы бейнені “жол арқылы” (Interlaced) жазуға мүмкіндік береді. Осындай қасиет көмегімен файлдың тек бөлігін ала отырып, бейнені төменгі сапасымен толық көруге болады. Бұл 1, 5, 10 пиксельдер жолдарының жазбасы және жүктелуі көмегімен жүзеге асады, екінші ретте 2, 6, 11 жолдар, интернет браузерінде бейне сапасы өседі. Сондықтан, қолданушы файл толығымен жүктелмей-ақ, бұл қандай бейне екенін түсіне алады. Жол арқылы жазу файл өлшемін аз ғана көбейтеді.

GIF-те бір не бірнеше түстерді мөлдір қылуға болады, олар интернет браузерлерінде және кейбір бағдарламаларда көрінбейтін болады. Мөлдірлік файлмен бірге сақталатын қосымша Альфа-каналы арқасында қамтамасыз етіледі. Сонымен қатар GIF файлында бірнеше растрлық суреттер болуы мүмкін, оларды браузерлер файлда көрсетілген жиілікпен жүктей алады. Осылай қозғалыс елесі пайда болады (GIF – анимация).

GIF форматының негізгі кемшілігі түрлі-түсті суреттер тек 256 түс режимінде жазылады. Полиграфия саласы үшін бұл жеткіліксіз.

Анимациялық GIF бейнелерді құрастыру анимациялаудың алғашқы принципіне негізделген – бір-бірінен аздап айырмашылығы бар суреттердің тез алмасуы.

GIF89A форматы жеке кадрлар арасындағы үзілісті анықтауға мүмкіндік береді (0,01с қадаммен көрсетіледі), анимация жылдамдығын басқару мүмкіндігін береді. Эстетикалық талаптарды қарастырмағанда анимацияны баяулату не тездету файлдағы кадрлардың жалпы санын азайтады.

Қарапайым GIF файл (анимацияланбаған) екі бөліктен тұрады – сурет және атау. Бірақ, GIF89a бір GIF файлда анимациялауға қажет бірнеше сурет және басқа типті ақпарат блогын сақтауға мүмкіндік береді. Бұндай файлдың құрылымы төмендегідей :

Атауы (Header)	Экранда суреттерді орналастыру Фон түсі Тандалған түстер палитрасы Анимацияның қайталау циклдерінің не бір көрсетілімнен соң тоқтатулар саны
Комментарий блогы (comment blocks)	Суретті сипаттайтын, авторын анықтайтын мәтін, копирайт, т.с.с
Басқару блоктар (control blocks)	Базаға қатысты ағымдағы суретті жылжыту мүмкіндігін береді және мөлдір түсті анықтайды. Берілген сурет үшін палитра Фон мөлдірлігі
Сурет блоктары (Image blocks)	GIF - анимация құрастырылатын файлдар (суреттер).

GIF мәліметтер ағыны бірнеше бейнені сақтай алатындықтан, бұндай файлдардың өңделуін және бейнеленуін қарастырайық. Бейнелеу дескрипторы бейнені логикалық экран шекарасында ғана орналастыратындықтан, бейнелер тізбегін анықтауға болады, әр бейне экранның бір бөлігін алады, бірақ олардың жиыны экранды толығымен толтырады. Бұндай жағдайда бейнені өңдеудегі заңдылығы келесіде:

1. Бейнелер арасында пауза жасамау. Әрқайсысы декодтаушымен танылған мезеттен бастап өңделе басталады.

2. Әр бейне өз терезесінің ішіндегі кез келген басқа бейнені көшіріп жазады. Экран тек GIF бейнені өңдеудің басында және соңында тазартылады.

Негізгі әдебиеттер: 2[18-39], 3 [45-57]

Қосымша әдебиеттер: 2 [45-57]

Бақылау сұрақтары:

1. Үзіліссіз бақылау тізбегінің төменгі және жоғарғы шекарасы деп нені атайды?
2. Анимацияның қандай топтары бар?
3. Анимациялық мәліметтерді сақтау қалай құрастырылған?
4. GIF форматының қандай ерекшеліктерін білесіздер?
5. GIF формат қандай өрістерден тұрады?

11 дәріс. Бейнеге ақпаратты енгізу. Стеганографиялық жүйе түсінігі

Ақпаратты қорғау адамзат тарихының барлық кезеңдерінде маңызды мәселелердің бірі болған. Көне кезеңдерден бастап бұл есептің шешімі ретінде және қазіргі уақытта пайдаланылатын екі бағыт бөлініп шықты: криптография және стеганография. Криптография мақсаты хабарды шифрлау жолдары арқылы жасыру. Стеганографияда керісінше құпия хабардың бар болуын жасырылады.

Көне грек сөзі «стеганография» «құпия жазба» деген мағына білдіреді. Тарихта бұл бағыт бірінші пайда болса да, кейін криптографиямен ығыстырылды. Құпия жазба көп әдістермен жүзеге асырылады. Бұл әдістердің ортақ сипаттамасы – оқылатын хабарға оның құпиялығын білдіртпеу, оған көңіл аудартпау. Содан кейін бұл объект керек адреске ашық тасымалданады.

Криптографияда құпия шифр болудың өзі қарсыластардың көңілін аудартса, стеганографияда жасырын байланыс байқалмайды.

Адамдар өз ақпараттарын жасыру үшін стеганографияның талай тәсілдерін қолданған.

Қайнатылған жұмыртқалар, балшық жағылған тақтайлар, сіріңке қорабы, тіпті құл басын қолданған (шашын алыптастап оқуға болатын) мысалдар тарихта белгілі. Өткен ғасырда қалыпты жағдайда көрінбейтін қара бояулар кең қолданылған. Жасырын хабарды сөз тіркестердің арасына орналастырды, орфографиялық және пунктуациялық қателері бар мәтін арқылы жіберді. Фотография ойлап табылған соң микрофотосурет технологиясы пайда болды. Германия бұл технологияны дүниежүзілік соғыстарда қолданды.

Қарсыласқа жасыру тәсілі белгісіз болғандықтан ақпаратты санамалы әдіспен ғана жасыруға болады. Сонау 1883 жылы Кергофф ақпаратты жасыру жүйесінің алгоритмі және құрылымы қарсыласқа белгілі болса да, ол өз функцияларын қамтамасыз ету қажеттігін айтты.

Жасыру жүйесінің барлық құпиялығы кілтте болу керек, яғни екі адресат арасында бөлінген ақпарат бөлігінде. Бұл принцип 100 жыл белгілі болса да, қазіргі уақытта оны сынайтын ойлар айтылуда.

Соңғы онжылдықта есептеу техникасының дамуы компьютерлік стеганографияның дамуына жаңа леп берді. Қолданатын көп салалар пайда болды. Енді хабар цифрлық мәліметтерге еңгізілген. Олар – тіл, аудиожазба, бейнежазба, видео, т.с.с. Ақпаратты мәтіндік не бағдарламалық файлдарға енгізу жайлы ұсыныстар айтылуда.

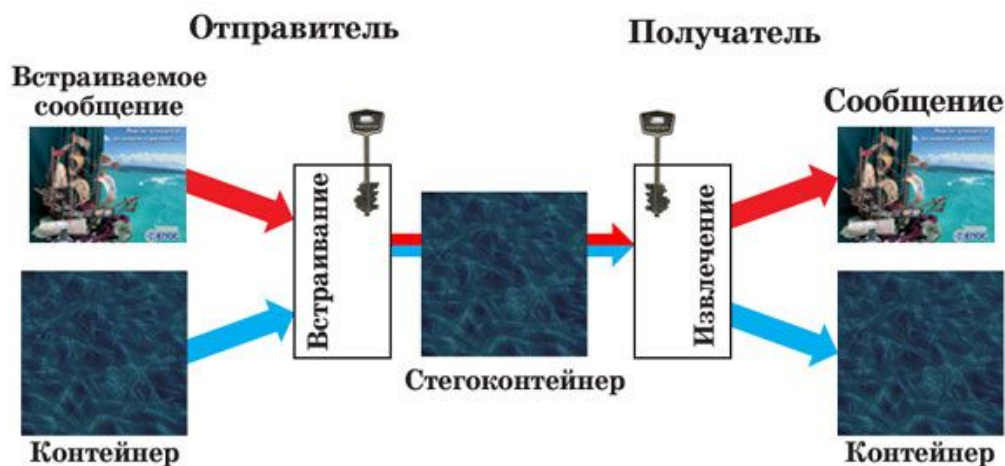
Компьютерлік стеганографияда екі негізгі бағыт бар: сигналдарды цифрлық өңдеумен байланысты және байланысты емес.

Стеганография саласындағы көптеген зерттеулер сигналдарды сандық өңдеумен байланысты. Сондықтан цифрлық стеганография туралы айта кетеміз.

Бүгінгі күнгі түсінікпен қарағанда стеганографиялық жүйе (не стегожүйе) – ақпарат алмасу үшін жасырын канал құруға қажет құрылғылар және әдістер жиыны.

Жалпы стеганография процесі келесі формуламен анықталады:

Контейнер + жасырылатын хабар + стегокілт = стегоконтейнер



18 сурет. Стегожүйенің жалпы моделі

Контейнер – құпия хабарды жасыруға арналған кез келген ақпарат.

Жасырылатын хабар – контейнерге енгізілетін құпия хабар.

Стегокілт – ақпаратты жасыруға (шифрлауға) қажет құпия кілт. Қорғалу деңгейлерге байланысты (екі не одан көп шифрлау) стегожүйеде бір не бірнеше кілт болуы мүмкін.

Стегоконтейнер – енгізілген хабары бар контейнер.

Стеганографиялық канал (стегоканал) – ақпаратты жасырын түрде беретін канал.

Күдік тудырмас мақсатында жоғарыда айтылған түрлендірулерден кейін берілетін стего- контейнер мен соңғы стегоконтейнер арасында бөтен бақылаушы үшін ешқандай айырмашылық болмауы қажет.

Стегожүйе сенімді болуы үшін оны құрғанда қандай стеганографиялық жүйе қолданылатыны және оны жүзеге асыру ерекшеліктерін қарсылас толық біледі деп жорамал жасау керек. Оған тек қана стегокілт белгісіз болады.

Стегожүйе құрылысы келесідей болуы қажет: стегожүйе құрылған кезде тек стегокілт берілмейді, ал стеганографиялық жүйені және оның орындалуын білдіреді.

Стегожүйе толтырылған контейнер жүретін стегоканал құрады. Бұл каналға бұзушылардың сырттан әсері болады деп есептеледі. Симмонс бойынша, стеганографияда көбіне осындай есеп қарастырылады («қамалғандар мәселесі»). Екі қамалған Алиса мен Боб күзетші Виллидің барына қарамай, өзара хабарларды құпия түрде жүргізгісі келеді. Алиса мен Боб арасында жасырын хабар алмасу болу үшін екеуіне де қандай да бір құпия кілт белгілі

болсын. Ал, Виллидің әрекеттері келесідей болуы мүмкін : жасырын каналды табу, жіберілетін хабарларды жою және жаңа, алдамшы хабарларды жасау. Сәйкесінше, стегожүйе бұзушының үш типіне қарсы тұру қажет: Бақылаушы, Жоюшы, Құрушы (немесе пассивті, активті және бұзушы). Бақылаушы тек мәліметтерді жасырын жіберу стегожүйелерінде бола алады.

Симмоннс мақаласы, кейін өзі жазғандай, ядерлық қаруды басқару сияқты жабық мәселелерге ғылыми қоғамнің көңілін аудару үшін жазылды. Келісімге байланысты КСРО (СССР) мен АҚШ(США) бір-бірінің стратегиялық ракеталарына қандай да бір датчиктер орналастыруы керек еді. Осындай датчиктер ракетаға ядерлық қару орналастырылғанын толық ақпаратты беру керек еді. Симмоннс зерттеген есептің мәні ракеталардың орналасқан жері сияқты басқа ақпараттың жіберілуін болдырмауда болды. Жасырылған ақпараттың бар екендігін көрсету – стегоанализдің басты мақсаты.

Қазіргі уақытта стеганографияның үш типі бар: мәліметтерді жасыру (хабарды), цифрлық-су белгілері, атаулар.

Жасырылатын мәліметтер көбіне үлкен өлшемді болғандықтан контейнерге қатаң талаптар қойылады: контейнер өлшемі енгізілетін мәліметтерден бірнеше есе үлкен болуы қажет.

Цифрлық-су белгілері цифрлық бейнелердің, фотосуреттердің не өнер туындылардың авторлық және иелік құқықтарын қорғау үшін қолданылады. Осындай енгізілетін мәліметтерге қойылатын негізгі талаптар сенімділік және өзгерістерге тұрақтылық болып табылады.

Цифрлық-су белгілердің өлшемі үлкен емес, бірақ жоғарыда айтылған талаптарды ескерсек, оларды енгізу үшін қарапайым хабарды енгізгеннен көрі күрделі әдістер пайдаланылады.

Қолданбалы атаулар бейнелерді үлкен электронды бейнелердің цифрлық кітапханаларында, аудио және видео файлдарда маркерлеу үшін қолданылады.

Енгізілетін атаулардың өлшемдері аз, ал оларға қойылатын талаптар төмен: атауларда аздаған өзгерістер болуы мүмкін және геометриялық түрлендірулерге тұрақты болуы қажет.

Ақпаратты суреттерде және дыбыстарда жасыра алатын ең танымал утилита Энди Браунның S-Tools бағдарламасы. Ол gif және bmp кеңейтулері бар графикалық файлдармен және wav форматындағы дыбыстық файлдармен жұмыс істей алады. S-Tools айтылған үш форматтың ішіне ақпараттың өлшемі өте үлкен болмаса, кез келгенін жасыра алады. Хабар өлшемі файл контейнерінен он есе не одан да кем болуы керек. S-Tools – бұл стеганография және криптография, себебі, жасырылатын файл симметриялы кілті бар криптография алгоритмінің бірімен шифрланады. Ол кілттер: DES, үштік DES немесе IDEA – соңғы екеуі бүгінгі күні артылған сенімді ақтады.

S-Tools интерфейсі файлдарды қарапайым тасымалдаумен құрылған (тасушы файл бағдарлама терезесіне тасымалданады, содан соң осы файлға кез келген форматтағы мәліметтері бар файл тасымалданады), пароль енгізіледі, шифрлау алгоритмі таңдалады, тез арада жасырылатын ақпарат енгізілген файл контейнерінің кей жеріндегі түстерінің өңі өзгеретінін байқауға болады. Контейнер өлшемі жағынан ұлғаймайды, тіпті бағдарлама оның құрылған

мерзімін өзгертпейді. Жоғары деңгейдегі қауіпсіздік үшін кең публикаға белгісіз суреттер таңдаған жөн, осы суреттердегі өзгерістер бір көргеннен көзге ілінбейді.

Стеганография әдісімен хабарды жасыру оны табу ықтималдығын кемітеді. Ал, егер ол соған қоса шифрланған болса, бұның бәрі хабардың қорғалу деңгейін жоғарлатады. Осылай, екі бағыт бірін-бірі толықтырады. Бірақ мұндай қорғаудың шектерін ескеру керек.

Ж. Брассардың «Современная криптология» атты кітабінің ашық кілтті криптография бөлімінде түсіндірілгендей, қарсылас-фальсификатор сізді оңай шатастыра алады. Қарсылас өзінің ашық кілтін сізге жібереді не серверге орналастырады, кілт сіз алдыңғы уақытта шифр жіберетін адамның жағдайларға байланысты аяқ астынан ауыстырған жаңа кілті ретінде жіберіледі. Егер сіз бұл алдауды байқамасаңыз, қарсылас сіздің хабарларыңызды жарты жолда ұстап, кері шифрлап, оқи алады. Бұған ұқсас жағдайлар Steganos бағдарламасында да бола алады: біреу кодқа өзгеріс енгізіп («құпия жол» сияқты), орындалатын файлды ауыстыра алады. Мысалы, командалық жолда арнайы құрылған қосымша кілтті жүктегенде, ұсталынып алынған дыбыстан не графикалық файлдан ақпаратты шығару және кері шифрлау пароль тексерісін айналып өтеді.

Абоненттердің құпия хабарларын оқу үшін авторлар осындай бағдарламаны әдейі таратқан оқиғалар мысалдарда бар.

Компьютерлік стеганографияның даму тенденциясының зерттемелері алдыңғы жылдары компьютерлік стеганографияның әдістерін дамытуға деген қызығушылық арта беретінін көрсетті. Оған негіз болатын қағидалар бүгінгі күн бастау алады. Ақпараттық қорғауды ұйымдастыру мәселесінің маңыздылығы күннен күнге өсуде. Осыған орай жаңа әдістер ізделініп жатыр. Екінші жақтан ақпараттық технологияның қарқынды түрде дамуы бұны жүзеге асыруға үлкен мүмкіндіктер береді. Internet-ті қолдану аймағы өсіп, компьютерлік тораптың жылдам дамуы бұл процесске өз ықпалын тигізеді. Соның ішінде Internet-тің шешілмеген мәселелері: авторлық құқық, жеке құпия құқығын қорғау, электронды сатуды ұйымдастыру, хакерлердің әрекеттері, т.с.с.

Негізгі әдебиеттер: 2[141-147]

Қосымша әдебиеттер: 1[141-147]

Бақылау сұрақтары:

1. Ақпаратты қандай әдістермен қорғауға болады?
2. Криптография және стеганография арасындағы айырмашылық неде?
3. Стеганографияның жалпы процессін мүмкіндігіңізше тереңірек сипаттаңыз.
4. Стегожүйе модельдерінің ерекшеліктері неде?
5. Стеганографияның қандай бағыттары бар?

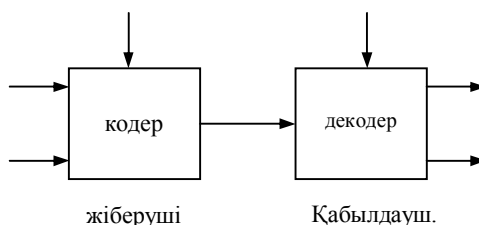
12 дәріс. Бейнеге ақпаратты енгізу. Стеганографиялық жүйе тұрақтылығын бағалау және оған жету шарттары

Ақпаратты жасырын жіберетін стегожүйелерді зерттейік.

Криптографиялық жүйелерде конфиденциалды хабардың мазмұны қарсыластардан жасырылса, стеганографияда қосымша осындай хабардың тіпті бар болуы жасырылады. Сондықтан осы жүйелердің тұрақтылығы және бұзылуы екі түрлі анықтама. Криптографияда ақпаратты қорғау жүйесі тұрақты болып табылады, егер қарсылас қолына криптограмма түссе, ол оның ішіндегі хабарды оқи алмайды.

Формальді емес түрде стегожүйе тұрақты болып табылады, егер, қарсылас жіберуші мен қабылдаушы арасындағы ақпарат алмасуды бақылап, контейнерлермен жасырын ақпарат алмастырылып жатқанын байқамаса.

Егер қарсылас жақ стегожүйені қолдану әрекетін тапса, онда стегожүйені жалпы жағдайда тұрақты емес деп атайық. Стегожүйенің негізгі моделін қарастырайық (19 сурет). Онда C контейнерге M жасырын хабарды K құпия кілт көмегімен енгізетін f стеганографиялық функциясы стегокодерде қолданылады. Ал стегокодердегі стеганографиялық ϕ функциясы жасырын хабарды сол кілтпен шығарады. Стегтен ϕ функциясы бойынша \hat{I} енгізілген хабар алынады және керек жағдайда \hat{N} контейнер.



19 сурет. Стегожүйенің базалық моделі.

Қателіктер, енгізу кезіндегі өзгірістер нәтижесінде және жіберу кезіндегі кездейсоқ және ойластырылған кедергілер әсерінен қабылдаушы алатын \hat{I} хабар мен M бастапқы хабар арасында айырмашылық болуы мүмкін. Сәйкес, қабылданған \hat{N} контейнер мен бастапқы C контейнер арасында да айырмашылық болады. Контейнер жасырылатын хабар енгізілгендіктен міндетті түрде өзгереді. Бірқатар стегожүйелерде контейнерді қалпына келтіру қажет.

Стегожүйелердің жасырын хабар жіберу жағдайға тұрақтылығы.

Стеганографиялық жүйелердің жасырын хабар жіберу жағдайға тұрақтылығын зерттеу үшін [3] жұмыста айтылған пассивті бұзушысы бар ақпаратты-теориялық стегожүйе моделін қарастырайық.

Бұзушы Ева жіберуші Алиса және қабылдаушы Боб арасындағы хабарларды бақылайды. Ева хабарларда қарапайым C контейнері не жасырылатын ақпараты бар S стегі бар екенін білмейді. Алиса екі режимнің біреуінде бола алады деп есептейік: ол не активті (канал бойынша S стегі жіберіледі), не пассивті (бос C контейнері жіберіледі). Алиса активті болғанда ол C -контейнерді K құпия кілт арқылы оған жасырын M хабарды енгізіп түрлендіреді. Стегожүйенің құрылысы M -жасырылатын хабар үшін керекті контейнерді Алиса өзі құра алатындай болсын. S стегін қабылдап алған соң Боб оның ішінен жасырын M хабарды K кілт көмегімен шығара алуы керек.

Ақпарат теориясы терминдерінде стегожүйе келесі шарттарға ие болу керек:

$H(S/CMK) = 0$. Жіберушімен құрылатын S-стегі C-контейнерінен, K-кілттен, M-хабардан тұратыны анықталынады.

$H(M) > 0$. Жасырылатын M хабарды жібергенге дейін қабылдаушы және бұзушы үшін анықталмаушылық нөльден қатаң үлкен (олай болмаса, жасырын каналмен қабылдаушыға белгісіз хабар жіберілмейді және стегожүйені пайдаланудың мағынасы болмайды). Бірақ, бұл шарт ССБ жүйелері үшін орындалмауы мүмкін, себебі онда негізгі мақсат – жіберілетін контейнердің тек қана авторын анықтау.

$H(M/SK) = 0$. Қабылдаушы Боб міндетті түрде K-кілті көмегімен S-стегінен жасырылған

M-хабарды қалпына келтіруі керек.

Ақпаратты күрестің барлық мүшелеріне кілттердің, стегтердің, контейнерлердің, жасырылатын хабарлардың жиындардың ықтималдық үлестірілуі белгілі болсын. Қабылдаушы Боб қосымша Алисаның қай кезде активті және қай кезде активті емес екенін білсін. Ева Алиса жіберетін хабарларды бақылай отырып, байланыс каналы арқылы жасырын хабар жіберілгенін байқауы керек. Стегожүйені қолдануын анықтау үшін Ева берілетін ақпараттық ағын контейнерлердің үлестірілуіне не стегтердің үлестірілуіне сәйкес келетінін анықтауы қажет. Егер Ева бақыланатын канал арқылы стегограммалар үлестірілуімен хабар берілетінін анықтаса, Алиса және Боб арасындағы жасырын ақпарат алмасу фактісі белгілі болып, стегожүйе тұрақсыз болып саналады. Стегожүйе тұрақтылығын дәлелдеу есебін гипотезаларды айыру есебі ретінде қарастырайық.

Қарастырылатын стегожүйе моделінде PC деп белгіленетін бос контейнерлердің ықтималдық үлестірілімі және PS деп белгіленетін стегограммалардың ықтималдық үлестірілімі белгілі. Қарсылас бақылаушы байланыс каналында көптеген бос контейнерлерді және стегограммаларды байқай алады. Осы бақылаулар жиынын Q деп белгілейік. Онда бұзушы $q \in Q$ хабарды бақылап, HC және HS екі гипотезасын шығарады. Егер HC гипотезасы ақиқат болса, онда q хабар PC үлестіріліміне сәйкес құрылған, ал HS гипотезасы ақиқат болса, q хабар PS үлестіріліміне сәйкес құрылған. Есепті шығару ережесі Q жиынын екі бөлікке бөліп, екі гипотезаның бірін әр $q \in Q$ мүмкін хабарға белгілеуге негізделген. Бұл есепте қатенің екі түрі болуы мүмкін: бірінші қате – HS гипотезасын HC гипотезасы ақиқат болғанда дұрыс деп қабылдау, екінші қате – HC гипотезасының шешімін HS гипотезасы дұрыс болғанда қабылдау. Бірінші түрдегі қате α , ал екінші түрдегі қате β деп белгіленеді.

Оптималды шешім табу әдісі Нейман – Пирсон теоремасымен анықталады. Шешімін табу ережесі T қадамына тәуелді. α және β айнымалылары T-ға тәуелді. Теорема бойынша қандай да бір берілген T қадам және β -ң рұқсат етілген максималды ықтималдығы үшін $q \in Q$ бақылауларының HC гипотезасын тағайындаумен α ықтималдылығы келесі шарт орындалғанда, тек сонда ғана минималдандырылады :

$$\log \frac{P_C(q)}{P_S(q)} \geq T. \quad (33)$$

Гипотезаларды айырудың негізгі құралы болып салыстырмалы энтропия болып табылады. (СЭ) немесе төмендегі теңдікпен анықталатын:

$$D(P_C \| P_S) = \sum_{q \in Q} P_C(q) \log \frac{P_C(q)}{P_S(q)}. \quad (34)$$

Екі P_C және P_S ықтималдықтар үлестірілімі арасындағы айырмашылық.

Екі үлестірім бірдей болғанда, тек сонда ғана арасындағы салыстырмалы энтропия әрқашан теріс емес және 0-ге тең болады. Бірақ, математикалық тұрғыдан қарағанда СЭ үшбұрыш және симметриялы қасиеттерге ие болмағандықтан метрика болып табылмайды, оны екі үлестірім арасындағы қашықтықты анықтағанда қолдану пайдалы. Екілік салыстырмалы энтропия $d(\alpha, \beta)$ былай анықталады:

$$d(\alpha, \beta) = \alpha \log \frac{\alpha}{1-\beta} + (1-\alpha) \log \frac{1-\alpha}{\beta}. \quad (35)$$

$D(P_C \| P_S)$ салыстырмалы энтропиясын пассивті қарсылас кезіндегі стегожүйе тұрақтылығын бағалағанда екі P_C және P_S үлестірімдер арасында қолданамыз. [3] жұмыста келесі анықтама берілген : стегожүйе пассивті қарсыласқа қарсы ϵ -тұрақты деп аталады егер : $D(P_C \| P_S) \leq \epsilon$, егер $\epsilon = 0$ болса, онда стегожүйе мүлтіксіз деп аталады.

Егер контейнер және стег үлестірімі бірдей болса, онда $D(P_C \| P_S) = 0$ және осындай стегожүйе мүлтіксіз болады. Бұл жасырын хабар жіберуды анықтау ықтималдығы Алиса мен Боб арасындағы ақпарат алмасуды бұзушының бақылап отырғанына тәуелсіз екенін білдіреді. Пассивті бұзушы таңдалған ресурстар көлеміне және стегоанализдің көптеген әдістеріне ие болса да, мүлтіксіз стегожүйені қолдану фактісін анықтай алмайды.

Стегожүйе тұрақтылығын қамтамасыз ету шарттарын қарастырайық. Энтропия, салыстырмалы энтропия және алфавит өлшемі $|X|$ арасындағы қатынас кездейсоқ C және S айнымалылары үшін белгілі болсын. C контейнері және S стегі бір X алфавитке қатысты екенін ескерейік. Егер S айнымалысы теңқтималды және тәуелсіз үлестірілсе, онда

$$H(C) + D(P_C \| P_S) = \log |X| \quad (36)$$

Егер C айнымалысы теңқтималды және тәуелсіз үлестірілсе, онда ақпарат теориясынан белгілі теңдік $H(C) = \log |X|$ орындалады және $D(P_C \| P_S) = 0$ болады. Сондықтан, C контейнерлері ретінде кездейсоқ тізбектерді қолданып,

жасырылатын хабарлар да кездейсоқ тізбектермен сипатталса, онда құрылған S стегтің бос контейнерлерден еш статистикалық айырмашылығы болмайды, осындай стегожүйе мүлтіксіз болады. Егер ақпарат өзара тәуелді символдармен және теңөлшемді емес тізбектермен сипатталатын, мәндендірілген хабарлар болса, онда оларды кез келген тұрақты шифрмен шифрлап керекті түрге келтіруге болады.

Формальді түрдегі мүлтіксіз стегожүйе мысалын баяндайық. Бұл жүйеде контейнерлер кездейсоқ теңқтималды және тәуелсіз биттер тізбектері болады, ал жасырылатын хабарларды енгізу функциясы ретінде атақты «бір рет қою» криптографиялық функция қолданылады. S контейнері ұзындығы n бит болатын теңқтималды үлестірілген кездейсоқ тізбек болсын. Кілт құрастырушы ұзындығы n бит болатын k кілтінің кездейсоқ теңқтималды үлестірілген тізбегін құрайды және Алиса мен Бобқа береді. Егер Алиса активті болса, онда енгізу функциясы n -биттік m хабарды жасыруға қажет модулі 2 бойынша биттік қосынды болады, ал стег $s = m \oplus k$ ережесі бойынша құрылады. Қабылдаушы Боб жасырын хабарды $m = s \oplus k$ есептеумен шығарып алады. Құрылған S стегі n биттік тізбек үшін теңқтималды үлестірілген және $D(PS \parallel PC) = 0$. Осылай, «бір рет қою» ретінде енгізу функциясын құру стегожүйенің мүлтіксіздігін қамтамасыз етеді, егер контейнер теңқтималды кездейсоқ көзінен құрылса.

Бірақ, байланыс каналдары арқылы берілетін және стегожүйелерде бос контейнерлер ретінде қолданылатын нақты хабарлар теңқтималды модельдер көзінен алшақ. Сондықтан сипатталған әдіспен шифрланған хабарларды жіберу табиғи көздер хабарлары арасында жасырын байланыс каналының бар екендігін байқатады. Стеганография үшін қандай да бір жадысы бар және табиғи көздің пайда болуын баяндайтын S айнымаласының теңқтималды емес үлестіруі тән. Осындай көздердің хабарлары әдетте контейнерлер ретінде пайдаланылады (бейне, сөз, т.с.с) және олардың $H(S)$ энтропиясы $\log |X|$ шамасынан әлдеқайда кем. Осындай контейнерлерге жасырылатын хабарларды енгізу үшін контейнерлер артығынын осылайша: қысылған контейнерлерге хабар енгізіледі. Осының нәтижесінде құрылатын стегограммалардың ықтималдық сипаттамалары бос контейнерлер сипаттамаларынан өзгеше, кездейсоқ тәуелсіз көз сипаттамаларына жақын болады. Ең болмаса, дискретті стегограммалар

Бернулли үлестірімімен сипатталады. Осы жағдайда контейнер артығы жойылады және енгізілетін хабар теңқтималды кездейсоқ көзден пайда болады.

Келесі мысалды қарастырайық. Контейнерлер ретінде орыс тіліндегі «деловая проза» типті хабарлар қолданылсын, олардың энтропия бағасы белгілі $H(C) = 0,83$ бит/әріп. $\log |X|$ шамасы құрамында 32 әріпі бар орыс алфавиті үшін $\log 32 = 5$ болады. Сондықтан, ең шекті жағдайда PC үлестірімі бар қарапайым хабарлар және PS үлестірімі бар стегограммалар арасындағы салыстырмалы энтропия: $\varepsilon \geq D(PC \parallel PS) = \log |X| - H(C) = 5 - 0,83 = 4,17$ [бит/әріп].

Осы жағдайда артығы жоқ, орыс тілі әріптерінің кездейсоқ жиыны

сияқты көрінетін стегтер артығы бар контейнерлер арасында жылдам көзге түседі. Сондықтан, мұндай стегожүйені қолдану Алисадан Бобқа жіберілетін хабарларды сырттан бақылаудан-ақ байқалады. Осындай стегожүйені қолданғанда жасырын канал іздерін іздеу процессін автоматты түрге келтіруге болады. Ол үшін алмасатын хабарлардың энтропия бағаларын шамалап есептеген жеткілікті болады. Стег энтропиясы қарапайым хабарлар энтропиясынан 5 есе үлкен болғандықтан жасырын хабарларды бар болуын анықтау жеткілікті.

Жұмыста кездейсоқ анықталған түрлендірулер екі үлестірім арасында СЭ-ны ұлғайтпайды.

1 лемма: PQ_c және PQ_s контейнердің және стегтің ықтималдық үлестірімін сипаттасын, (Q бақылаулар жиынына сәйкес). f -тің анықталған бейнесі Q бақылаулар жиынын T бақылаулар жиынына түрлендіреді.

$$f:Q \rightarrow T, \quad t_c = f(q_c), \quad t_s = f(q_s), \quad (37)$$

мұндағы $q_c, q_s \in Q, \quad t_c, t_s \in T$. Онда келесі өрнек ақиқат:

$$D(P_{T_c} \parallel P_{T_s}) \leq D(P_{Q_c} \parallel P_{Q_s}). \quad (38)$$

H_C және H_S гипотезалар арасындағы айырмашылық түрлендірудің дербес түрі болғандықтан, α және β қателіктердің ықтималдықтары келесі теңсіздікті қанағаттандырады:

$$d(\alpha, \beta) \leq D(P_{Q_c} \parallel P_{Q_s}). \quad (39)$$

Бұл қатынас келесі түрге келе алады: δ -ма $D(P_{Q_c} \parallel P_{Q_s})$ -н жоғарғы шегі болсын және α ықтималдықтың жоғарғы шегі берілсін. и задана верхняя граница вероятности α . Онда (5) өрнек β ықтималдығының төменгі шегін береді. Мысалы, $\alpha = 0$ болғанда қателік мәні $\beta \geq 2 - \delta$.

Осы лемманы пайдалана отырып, жұмыста келесі теорема дәлелденеді.

2-теорема : Егер стегожүйе пассивті бұзушыға қарсы ϵ -тұрақты болса, онда жасырын байланысты таппау ықтималдығы β және жасырын байланыстың болу фактісін қате орнату α ықтималдығы $d(\alpha, \beta) \leq \epsilon$ теңсіздігін қанағаттандырады. Дербес жағдайда, егер $\alpha = 0$, онда $\beta \geq 2 - \epsilon$.

Алисаға C -цифрлық бейнені Бобқа жіберу рұқсат етілсін. Көру сезімталдығының моделін пайдаланып, Алиса бейнелері эквивалентті C жиынын құра алады. Олардың бастапқы C -дан визуалды айырмашылығы жоқ. Алисаның активті не активті емес болуына байланыссыз ол C жиынынан таңдалған бейнелерді береді. Алиса мен Боб жасырылатын хабар модификациясы қандай болатыны жайлы алдын ала ақылдассын. Стегожүйенің әр C_j , мұнда $j=1,2,\dots, |C|$, бейнесіне құпия кілт бойынша жасырылатын хабарлардың біреуі M_j , мұндағы $j=1,2,\dots, N$, и $N < |C|$, немесе жасырылатын хабардың жоқтығы $|C| - N$ жағдайлары үшін сәйкестікке қойылсын. Егер

берілген сәйкестік теңқтималды және жасырылатын хабарлар мен контейнерлер жиынына тәуелсіз құрылса және де стег және контейнерлер үлестірілімдерінде айырмашылық болмаса, бұзушы Ева Алиса мен Боб арасындағы ақпарат алмасуын бақылай отырып, априори ие болған ақпарат көлемінен артық ақпаратты ала алмайды. Себебі, Еваға стегожүйеге кіретін барлық жиындардың статистикалық сипаттамалары белгілі, онда ол априориді біледі, Алисаның активтілігінің ықтималдығы $N/|C|$, ал жасырын хабарды жібермеу ықтималдығы $(|C|-N)/|C|$ -ке тең. Алисаның пассивті және активті қалыптары толық оқиғалар тобын береді:

$$N/|C| + (|C|-N)/|C| = 1. \quad (40)$$

Сонымен, егер Алиса N хабарды $|C|$ контейнерлерге жасырып жіберсе, онда Еваның қармалап алынған контейнер ішінде жасырын хабарды табу ықтималдығы $N/|C|$ шамасынан кем болуы мүмкін емес. Егер стегожүйе мүлтіксіз болса, онда бұзушының жасырын хабар жіберілуін анықтау ықтималдығы қатаң осы шамаға тең болады.

Осыдан, Алисаның пассивті қалпының ықтималдығы активті қалпының ықтималдығынан үлкен болуы және модификациясы ескерілген қолданылатын контейнерлер саны жасырылатын хабарлар санынан көп есе үлкен болу керек екендігі шығады.

Қандай да бір ақпараттың контейнерлер мен стегтер үлестіріліміне, стегожүйе тұрақтылығына қалай әсер ететіндігін қарастырайық. Атақты «қамалғандар мәселесінде» контейнерлер үлестіріліміне белгілі бір сыртқы оқиғалар әсер етсін делік, мысалы ауа рай жаңалықтары. Бұл қосымша ақпарат Y деп белгіленеді және барлық қатысушыларға белгілі. Сәйкесінше біз моделімізді және тұрақтылықты анықтауды өзгертеміз. 1 қателік үшін

$$\bar{\alpha} = \sum_{y \in Y} P_Y(y) \alpha(y) \quad \text{түрдегі орта ықтималдықты,} \quad 2 \text{ қателік үшін } \bar{\beta} = \sum_{y \in Y} P_Y(y) \beta(y)$$

түрдегі орта ықтималдықты анықтайық, мұнда $\alpha(y)$ және $\beta(y)$ сәйкесінше 1 мен 2 қателіктердің ықтималдықтарын $Y=y$ үшін білдіреді.

Бір алфавитке қатысты PC және PS арасындағы шартты салыстырмалы энтропия (ШСЭ) Y айнымалысына тәуелді және мына түрде анықталады:

$$D(P_{N/Y} \| P_{S/Y}) = \sum_{y \in Y} P_Y(y) \sum_{c, s \in X} P_{C/Y=y}(c) \log \frac{P_{C/Y=y}(c)}{P_{S/Y=y}(c)}. \quad (41)$$

Иенсен теңсіздігінен және (41) өрнектен шығады:

$$d(\bar{\alpha}, \bar{\beta}) \leq D(P_{C/Y} \| P_{S/Y}). \quad (42)$$

Қосымша Y ақпараты, C контейнерлері, S стегтері бар стегожүйе пассивті қарсыласқа қарсы ε -тұрақты деп аталады, егер шартты салыстырмалы энтропия $D(P_{C/Y} \| P_{S/Y}) \leq \varepsilon$. Стегожүйеде сыртқы ақпаратты қолдану мысалы ретінде

Г.Симмонстың «классикалық» есебін айтайық. Есепте қамалғандар қашу туралы ақпараттармен жасырын алмасады. Қашу жайлы ақпаратты қараңғы түнде жеткізу ықтималдығы жарық түнге қарағанда жоғары болатынын қамалғандар ғана емес, түрме күзетшілері де біледі. Сондықтан, стегожүйеде бәріне белгілі қосымша ақпаратты қолдану бұзушының есебін жеңілдетеді. Ү қосымша ақпараты бар ε-тұрақ- ты стегожүйе қосымша ақпараты жоқ стегожүйеге қарағанда жоғары деңгейдегі жасырындылықты қамтамасыз етеді..

Негізгі әдебиеттер: 1[97-119, 2[239-245

Қосымша әдебиеттер: 1[161-215]

Бақылау сұрақтары:

1. Стегожүйе қандай мақсатпен зерттеледі?
2. Қандай стегожүйе тұрақты болып табылады?
3. Қандай стегожүйе тұрақты болып табылмайды?
4. Жасырын хабарларды жіберуін анықтауға қарсы стегожүйе тұрақтылығы неде?
5. Стеганографиялық жүйелерді тұрақтығын қалай бағалайды?

13 дәріс. Бейнеге ақпаратты енгізу. Бейнеге ақпаратты енгізу тәсілдерінің классификациясы

Цифрлық стеганография жүйесінің жалпы классификациясы 1-суретте келтірілген.

I. Мәліметтердің компьютерлік форматтарының қасиеттерін қолдану әдістері.

1. Мәліметтердің өрістерді кеңейту үшін резервтелген компьютерлік форматтарының қасиеттерін қолдану әдістері.

2. Мәліметтердің өрістерді кеңейту үшін резервтелген компьютерлік форматтарының қасиеттерін қолдану әдістері.

- Абзацтерге, сөйлемдерге, сөздерге белгілі ығыстыруды қолдану әдістері.

- Әріптердің белгілі бір позициясын таңдау әдістері (нөльдік шифр).

- Экранда бейнеленбейтін форматтар өрісінің арнайы қасиеттерін қолдану әдістері.

3. Иілгіш дискінің қолданбайтын жерлеріне жасыру әдістері.

4. Имитациялайтын функцияларды қолдану әдістері (mimic – function).

5. Идентификациялайтын файл атауын жою әдістері.

II. Аудио және визуалды ақпараттың артығын қолдану әдістері.

1. Цифрлық видеоның, цифрлық дыбыстың, цифрлық фотосуреттің артығын қолдану әдістері.

Стегоконтейнерлер ретінде бейнелерді жиі қолданады. Ол келесі себебтерге байланысты:

– фотосуреттерді, суреттерді, видеоны заңсыз тираждау және таратудан қорғау мәселесінің бар болуы ;

– цифрлық-су белгілерінің үлкен көлемін енгізуге мүмкіндік беретін бейненің сандық түрінің салыстырмалы үлкен көлемінің болуы;

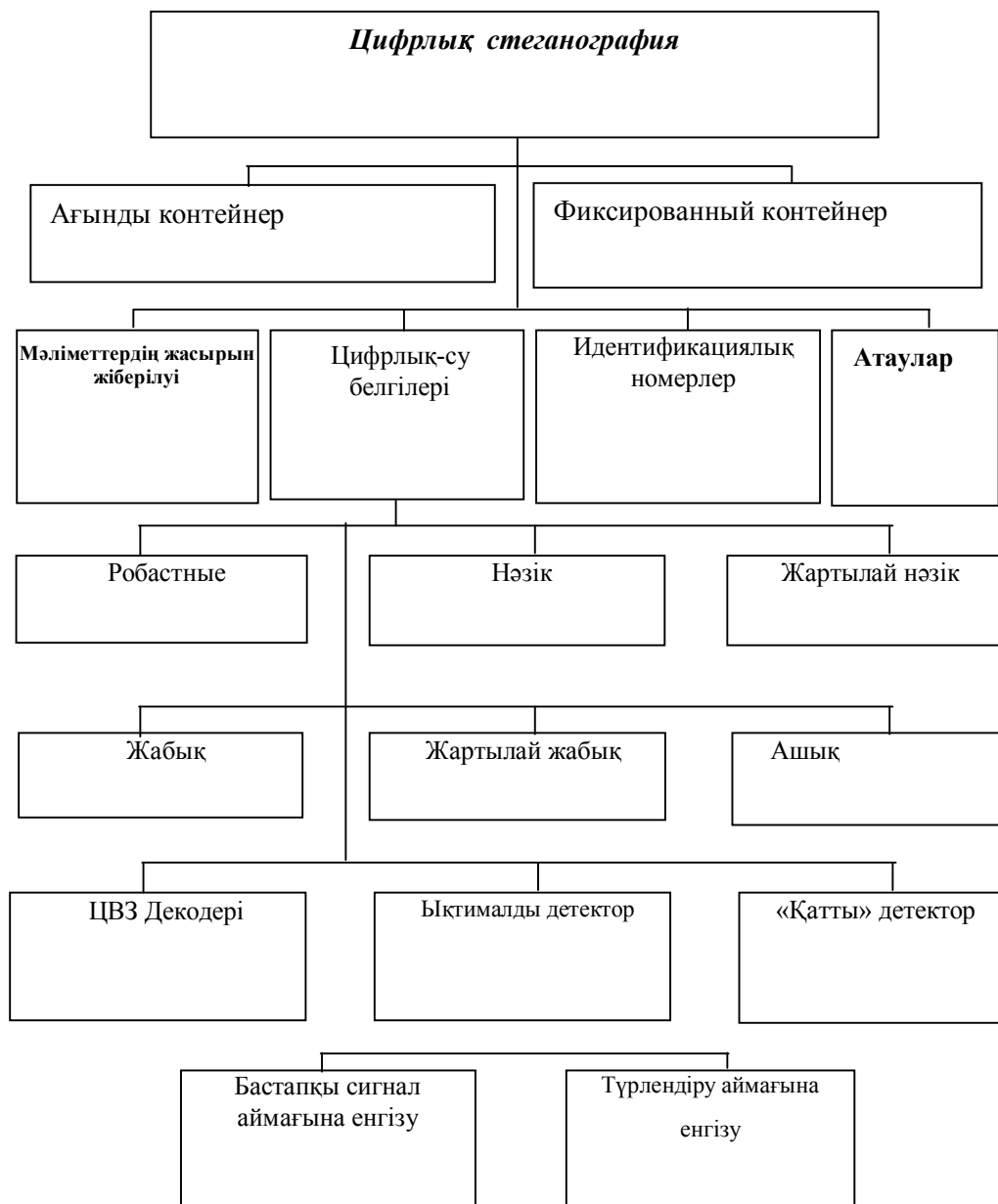
– нақты уақыт талаптарына сай шектеулердің болмауы, контейнер

өлшемiнiң алдын ала белгiлi болуы ;

– нақты бейнелердiң көбiнде шулы құрылысы бар текстуралық аймақтардың болуы және енгiзуге жақсы жарайтын ақпараттың болуы ;

– бейнедегi түстердiң аз өзгерiсiне адам көзiнiң әлсiз сезiмталдығы (жарықтылығы, тұнықтылығы, құрамында шудың болуы) ;

– бейненi цифрлық өңдеудiң соңғы кезде жақсы құрастырылған әдiстерi ;



20 сурет. Цифрлық стеганография жүйесiнiң классификациясы

Қазiргi уақытқа дейiн ақпаратты бейнеге енгiзу әдiстерiнiң жеткiлiктi түрде мол саны жүзеге асырылған және ойлап табылған; Олардың өзара өзгешелiктерi әжеп-тәуiр болса да, қолданылатын негiзгi идеясы бойынша оларды санаулы ғана әдiстер топтарына бөлуге болады. Сыртқы өзгешелiктер көбiне ең басты детальдарға қатысты болмайды. Барлық қолданылатын тәсiлдердi үш топқа бөлген жөн:

1. Кеңістік аймағында бейне модификациясын қолданатын тікелей әдістер.

2. Алдын ала басқа формаға түрлендірілген бейнелерді модификациялайтын әдістер.

3. Бейненің фрактальді кодтауын пайдаланатын әдістер.

4. Бейнелік файл форматының спецификалық ерекшеліктерін пайдаланатын әдістер.

Негізгі әдебиеттер: 1[97-119, 150-169, 172-204], 2[162-193, 197-211, 219-236, 239-245], 3 [69-70]

Қосымша әдебиеттер: 2[23-29, 130-133, 141-152, 161-215]

Бақылау сұрақтары:

1. Цифрлық стеганография жүйелері қалай классификацияланады?

2. Мәліметтердің компьютерлік форматтарының арнайы қасиеттеріне қандай стеганография әдістері негізделеді?

3. Аудио және визуалды ақпарат артығын қолдануға қандай стеганография әдістері негізделеді?

4. Бейнені стегоконтейнер ретінде қолдануды қандай себептер негіздейді?

5. Фиксирленген және ағынды контейнерлер айырмашылығы неде?

14 лекция. Бейнеге ақпаратты енгізу. Ақпаратты енгізудің аддитивті стегоалгоритмдері

Ақпаратты енгізу әдісіне қарай стегоалгоритмдерді сызықты (аддитивті), сызықты емес және басқалар деп бөлуге болады. Ақпаратты аддитивті енгізу алгоритмдері бастапқы бейнені сызықты модификациялауға негізделеді, ал оны декодерде шығарып алу корреляциондық әдістермен жүзеге асырылады. Енгізілетін ақпарат әдетте контейнер бейнесімен сәйкес келеді немесе оған «балқытылады» (fusion). Осы алгоритмдер қазір қарастырылады. Ақпаратты енгізудің сызықты емес әдістерінде скалярлық не векторлық кванттау қолданылады. Сәйкес алгоритмдерді келесіде қарастырамыз. Басқа әдістердің арасында бейнені фрактальді кодтауды қолданатын әдістер белгілі бір қызығушылық тудырады.

Аддитивті әдістерде енгізілетін ақпаратты ұзындығы N болатын w_i сандар тізбегі ретінде қарастыруға болады. Ол бастапқы f бейнесінің таңдалған сандарына (санағыштарына, есептер, отчеты) жиынына енгізіледі. Осы жағдайдағы ақпаратты енгізу үшін негізгі және жиі қолданылатын өрнектер:

$$f'(m, n) = f(m, n)(1 + \alpha w_i) \quad (43)$$

мұндағы α – салмақтық коэффициент, f' – бейненің модификацияланған пикселі.

Ақпаратты енгізудің басқа әдісі:

$$f'(m, n) = f(m, n) + \alpha w_i \quad (44)$$

немесе, коэффициенттер логарифмдерін пайдаланғанда:

$$f'(m, n) = f(m, n)e^{\alpha w_i} \quad (45)$$

(1)-ге сәйкес енгізген кездегі енгізілетін ақпарат декодерде келесі түрде табылады:

$$w_i^* = \frac{f^*(m, n) - f(m, n)}{\alpha f(m, n)} \quad (46)$$

Мұнда f^* -ті қабылданған бейненің санағыштары деп түсіну керек. w -енгізілетін ақпаратты бейненің ішінде болуы мүмкін не болмауы мүмкін. Шығарылған соң w_i^* бастапқы дұрыс ақпаратпен салыстырылады. Енгізілетін ақпараттың ұқсастық өлшемі ретінде тізбектелудің корреляция коэффициентінің мәндері қолданылады:

$$\delta = \frac{w^* w}{\|w\|^* \|w\|} \quad (47)$$

Бұл мән $[-1; 1]$ интервалында өзгереді. Бірге жақын мәндер шығарылып алынған тізбек енгізілген ақпаратқа үлкен ықтималдықпен сәйкес келе алатындығын білдіреді. Осындай жағдайда, зерттелетін бейне енгізілетін ақпаратты сақтайды деген қорытынды жасалады.

Декодерде қандай да бір қадам орнатыла алады, $\tau = \frac{\alpha}{SN} \sum |f'|$ (мұнда S – стандартты орта квадрат ауытқу) және ол енгізілетін хабар анықталғанда бірінші және екінші түрдегі қателердің ықтималдықтарын анықтайды. Осында α коэффициенті тұрақты болмауы мүмкін және бастапқы бейненің локальді қасиеттеріне сәйкес адаптивті өзгере алады.

Көптеген алгоритмдерде енгізу сапасын ұлғайту үшін кеңжолды сигналдар қолданылады.

Сонымен қатар, ақпараттық биттер көп рет қайталана алады, түзету кодтар пайдаланылып кодтала алады немесе оларға басқа түрлендірулер жасалынады. Содан соң, ақпараттық биттер кездейсоқ гаусс қатарлары көмегімен модуляцияланады. Осындай қатарлар нақты бейнелердегі шудың жақсы моделі болады. Ал, синтетикалық бейнелерде (компьютерде жасалған) шу болмайды және оларға осындай қатарды байтқатпай енгізу қиындау.

Әдетте теңөлшемді үлестірілген қатарды алдын ала құрған жеңіл болып табылады. Осындай қатарды гаусстік қатарға түрлендіру алгоритмі белгілі (Бокс-Мюллер алгоритмі). Осы алгоритмнің псевдокоды төменде келтірілген. Мұндағы $\text{rand}()$ - теңықтималды үлестірілген сандар датчигі, mean , deviation – орташа мәні және СКО қатары.

Алгоритм. Бокс-Мюллер алгоритмінің полярлы формасы.

```

double x1, x2, w;
do {
x1 = 2.0 * randf() - 1.0;
x2 = 2.0 * randf() - 1.0;
w = x1 * x1 + x2 * x2;
} while ( w >= 1.0 );
w = sqrt((-2.0 * log(w)) / w);
double y1 = mean + x1 * w * deviation;
double y2 = mean + x2 * w * deviation;

```

Ақпаратты енгізудің аддитивті сұлбасындағы ендірілген ақпаратты қайта алу үшін әдетте алғашқы бейненің болуы қажет. Бұл осыған ұқсас әдістерді қолдану аймағын қатты тарылтады.

Қабылданып алынған f^* бейненің барлық N коэффициенттері бар w тізбегінің корреляциясын анықтайтын ақпаратты қайта алудың соқыр әдістері қолданылады:

$$\delta = \frac{\sum_N f(m,n) * w_i}{N} \quad (48)$$

Содан соң алынған δ корреляция коэффициентінің мәні қандай да бір τ анықтау қадамымен салыстырылады:

$$\tau = \frac{\alpha}{3N} \sum_N |f(m,n)^*| \quad (49)$$

Бұл әдісте бейненің өзін шудың сигналы ретінде қарастыру оның негізгі кемшілігі болып табылады. Сонымен бірге әдісті гибридті жағынан қарастыруға болады (жартылай соқыр схемалар), мұндай жағдайда ақпарат шығарылып жатқанда алғашқы бейне жайлы мәліметтің бір бөлігі белгілі болады, бірақ алғашқы ақпараттың өзі белгісіз болады.

Корреляциондық әдіс енгізілген ақпараттың бар не жоқ болуын анықтауға ғана мүмкіндік береді. Ақпараттық биттердің түгелін алу үшін барлық мүмкін болатын тізбектерді тестілеу қажет. Ал бұл өте қиын есептеу болып табылады.

Кеңжолды сигналдарды қолдану арқылы ақпаратты енгізу алгоритмдерінің ең танымалдарының бірі Кокс (Сох) алгоритмі. Берілген алгоритмді қарастырайық.

Енгізілетін ақпарат ұзындығы 1000 сан болатын және гаусс заңы бойынша үлестірілген кездейсоқ сандар тізбегі болсын.

Модификация үшін дискретті косинустық түрлендірудің (ДКТ) ең үлкен 1000 коэффициенті таңдалады.

Ақпаратты енгізу (2) өрнекке сәйкес орындалса, оны қайта шығару (4) өрнекке сәйкес орындалады.

Енгізілетін ақпараттың, ең мағыналы коэффициенттердің таңдалуы

арқасында, сигналды қысу және басқаша өңдеген кезде жұмыс ітеу жарамдылығы артатыны алгоритм артықшылығы болады.

Сонымен қатар алгоритм кейбір шабуылдарға төзімсіз және екіөлшемді ДКТ-ны есептеу жұмыстың көп мөлшерін қажет етеді.

Енгізілетін ақпараттың және контейнердің бірігуіне негізделген алгоритмдер.

Егер кездейсоқ сандар тізбегінің орнына бейнеге басқа бейне енгізілсе (мысалы фирма логотипі), онда сәйкес келетін енгізу алгоритмдері бірігу алгоритмдері деп аталады. Енгізілетін хабар көлемі бастапқы бейне өлшемінен көп есе кем. Енгізу алдында ол шифрлануы не басқа тәсілмен түрлендірілуі мүмкін.

Осындай алгоритмдердің екі артықшылығы бар.

Біріншіден, жасырылатын хабарды адам бәрі бір тани алатындықтан, оның азғантай қиғашталуын жіберуге болады.

Екіншіден, логотиптің енгізілуі кездейсоқ санға қарағанда иелік құқығының анық дәлелі бола алады.

Осындай типті бейнелерге бейне енгізу алгоритмін қарастырайық.

Алгоритмде ақ-қара бейне енгізіледі (логотип), оның өлшемі бастапқы бейне өлшемінің 25%-на дейін бола алады. Енгізу алдында Хаар фильтрлері пайдаланылып, бастапқы бейненің және эмблеманың бірденгейлі декомпозициясы орындалады. Бастапқы бейненің Вейвлет-коэффициенттері $f^{(m,n)}$ деп белгіленеді, ал логотиптің вейвлет-коэффициенттері $w^{(m,n)}$ деп белгіленеді.

21 суретте көрсетілгендей, түрлендіруің барлық коэффициенттері модификацияланады.

Басында алғашқы бейненің және логотиптің әр диапазонаның коэффициенттері 24 битпен көрсетіледі (олардың біреуі белгіге беріледі). Логотип өлшемі бастапқы бейне өлшемінен 4 есе кем болғандықтан, логотиптің коэффициенттер санын көбейту керек. Ол үшін келесі әрекеттер орындалады.

А, В, және С арқылы сәйкес логотиптің 24 биттік сипаттауының үлкен, орта және кіші байттарын белгілейік. 62-ші суретте 24 биттік үш А/, В/ және С/ сандарының құрылуы көрсетілген. Бұл сандардың әрқайсысының үлкен байты сәйкес А, В, не С болады, қалған екі байт нөлдермен толтырылады.

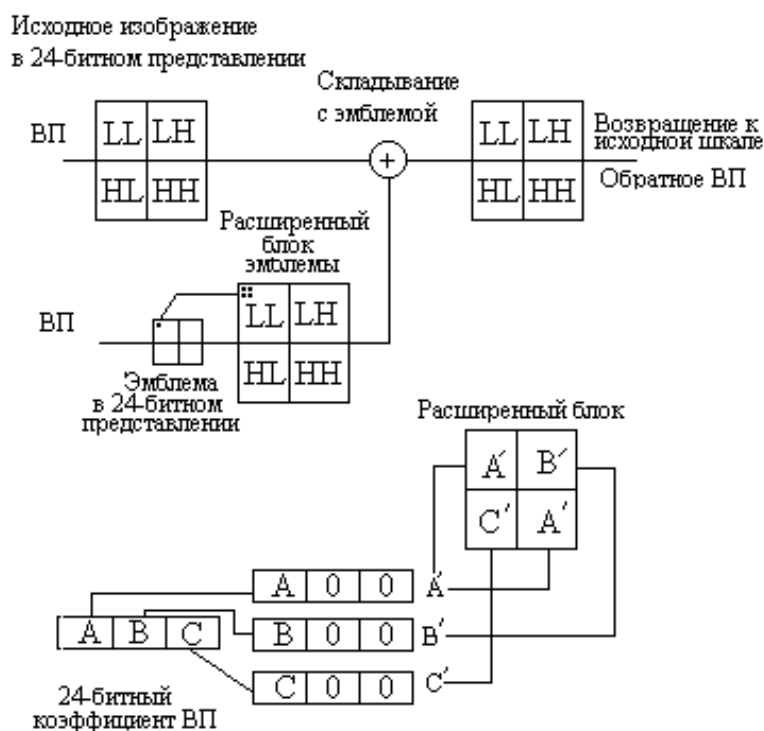
Содан соң, төртке кеңейтілген логотиптің коэффициенттер блогы құрылады. Осыдан кейін ол әр элементі бойынша бастапқы бейненің 24 биттік версиясымен біріктіріледі.

$$f'(m, n) = \alpha f(m, n) + w(m, n) \quad (50)$$

Алынған мән диапазонаның коэффициентінің максималды және минималды мәні негізінде бастапқы шкалаға қарай артқа бейнеленеді. Бұдан соң, кері дискретті түрлендіруі орындалады.

Ақпаратты қайта шығару үшін (4)-ке ұқсас инверстік формула қолданылады.

Берілген алгоритм өлшемі әжеп тәуір үлкен мәліметтерді бастапқы бейнеде жасыруға мүмкіндік береді: бастапқы бейненің төрттен бір бөлігіне дейін.



21 сурет. Орналастыру сұлбасы

Негізгі әдебиеттер: 2[162-193], 1[45-50]

Қосымша әдебиеттер: 2[23-29]

Бақылау сұрақтары:

1. Ақпаратты аддитивті енгізу алгоритмінің мәні неде?
2. Ақпаратты енгізудің сызықты емес әдістерінің мәні неде?
3. Енгізу әдісін таңдауға енгізілетін мәліметтердің ұзындығы қалай әсер етеді? Мысал келтіріңіз.
4. Ақпаратты енгізудің аддитивті әдісін жүзеге асыратын мысал келтіріңіз?
5. Жасырылатын ақпарат және контейнердің бірігуіне негізделген алгоритмді жүзеге асыратын мысал келтіріңіз?

15 дәріс. Бейнеге ақпаратты енгізу. Ақпаратты бейнеге енгізудің кванттауға негізделген стеганографиялық әдістері

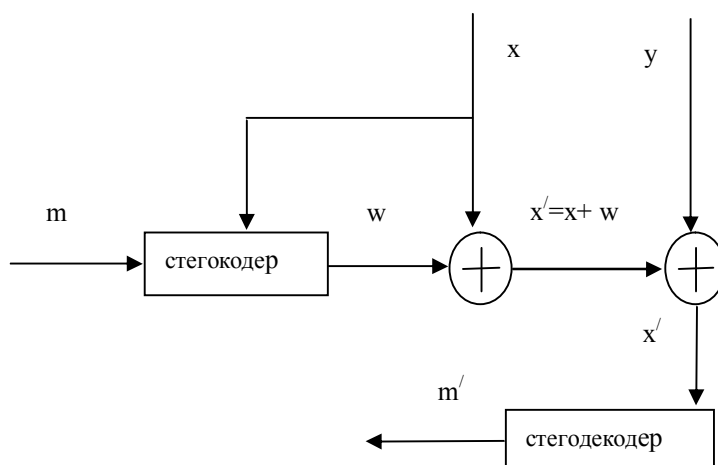
Кванттау деп мәндердің үлкен жиынын (мүмкін ақырсыз) қандай да бір ақырлы сандар жиынына қарсы қою процессін айтады. Ақпараттың өзгеруіне байланысты оның көлемі азаятыны белгілі. Ақпаратты жоғалту қысу алгоритмдерінде кванттау қолданысын табады. Кванттау скалярлы және векторлы болып бөлінеді. Векторлық кванттауда скалярлыға қарағанда жеке алынған санау бейнеленбейді, олардың бір жиыны бейнеленеді (вектордың).

Стеганографияда кванттаудың екі түрі де қолданысын табады.

Кванттаушы кодерінде бастапқы жиынның барлық аймағы интервалдарға бөлінеді, және әр интервалда оны баяндайтын сан таңдалынады. Бұл сан кванттаушының кодтық сөзі болады және кванттау интервалының центроиды болады. Кодтық сөздер жиыны кванттаушы кітабы деп аталады. Бұл интервалға түскен барлық мәндер кодерде сәйкес кодтық сөзге ауыстырылады. Декодерде қабылданған санға мәндердің бірі қарсы қойылады. Кванттау интервалын әдетте кванттаушы қадамы деп атайды.

Кванттауды қолданып ақпаратты енгізу сызықты емес әдістерге жатады.

Декодерде бастапқы сигналды қажет етпейтін стегожүйе моделі 22-суретте көрсетілген.



22 сурет. «Соқыр» стегожүйе моделі

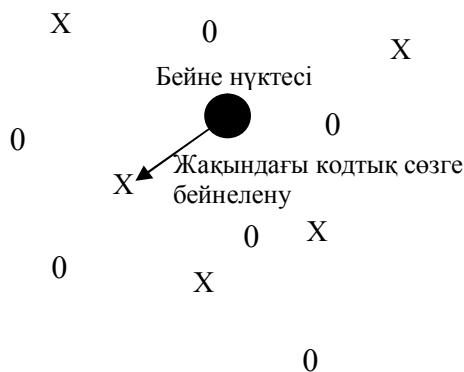
Жіберілетін m хабардың байқалмай өту талаптарын орындау үшін шектелген энергиясы бар. Сигнал және гаусс кедергісі – өңдеу шуы (кванттау шуы) кедергілер болып табылады. Бастапқы сигнал кодерге белгілі, ал декодер ЦСБ m -ді (цифрлық-су белгісі) кедергінің қос құрамшасын білмей шығарып алу керек. [40] жұмыста кедергілермен күрестің Костас әдісі көрсетілген. Бірақ, бұл әдіс практикалық емес, себебі онда үлкен көлемді кітапта кодтық сөздердің толық таңдамасын орындау қажет. Сондықтан, Костас әдісінің көптеген жақсартулары қарастырылған. Жақсартылған Костас әдісінде көп түрлі құрылымды кванттаушылар қолданылады (мысалы, торлы).

23-суретте көрсетілгендей, енгізілетін m ақпарат белгілі бір тәсілмен бастапқы x сигналына модульденеді, нәтижеде толтырылған $s^{(x,m)}$ контейнері алынады. Бұл контейнер m бойынша индекстелген x функциясының ансамблі ретінде қарастырылуы мүмкін, сонда $s_m(x)$. Бұл функциялар келесі қасиеттерге ие:

- әрқайсысының x -тан визуалды түрде өзгешелігі болмауы қажет;
- бір функцияның нүктелері басқа функция нүктелерінен жеткілікті қашықтықта орналасуы қажет, бұл енгізілген хабарды қарқынды түрде детектілеу мүмкіншілігін қамтамасыз етеді.

Кванттаушылар топтары осындай функциялар ретінде бола алады. m -нің барлық мүмкін болу саны керек кванттаушылар санын анықтайды; m индексі

ЦСБ m -ді көрсету үшін қолданылатын кванттаушыны анықтайды. $m=2$ жағдайында біз бинарлы кванттаушыны аламыз. 2-суретте кванттау индексінің модуляциясын (КИМ) қолданып ақпаратты енгізу принципі түсіндіріледі. $m, m \in \{1,2\}$ битін ендіру үшін бейне нүктесі жақын тұрған кодтық сөзге бейнеленеді. Екі түрлі кодтық сөз арасындағы минималды арақашықтық ақпаратты енгізу сұлбасының жұмыс қарқындылығын анықтайды.



23 сурет. Жақындағы кодтық сөзге бейне нүктесінің бейнеленуі

Кванттау қателігі сигнал кірісіне тәуелсіздігі қарастырылған дизеризацияланған кванттаушының ерекшелігі болады.

Дизеризацияланған кванттаушы стеганографияда сигналдың спектрін кеңейту техникасын жетілдіруде қолданыла алады. “Спектрді кеңейтумен енгізу” әдісін өзгерту қосындыны кванттау операциясына қарапайым алмастыру болып табылады. Спектр кеңейтілуі бар сигналдар арқылы ақпаратты енгізу келесі түрде көрсетіле алады:

$$s(x, m) = x + a(m) \cdot u, \quad (53)$$

мұнда u – нормаланған кездейсоқ вектор. Бұл өрнек келесі түрге келе алады:

$$s(x, m) = (\tilde{x} + a(m)) \cdot u + (x - \tilde{x} \cdot u), \quad (54)$$

мұнда $\tilde{x} = x \cdot u$: $\tilde{x} = x \cdot u$ векторына x сигналының проекциясы. Енді $\tilde{s} = \tilde{x} + a(m)$ қосу операциясын кванттау операциясына алмастырайық. Сонда ақпаратты енгізу үшін формула келесі түрге келеді:

$$s(x, m) = (Q(\tilde{x} + a(m) - a(m))) \cdot u + (x - \tilde{x} \cdot u). \quad (55)$$

Негізгі әдебиеттер: 1[172-204], 3 [69-70]

Қосымша әдебиеттер: 2[161-215]

Бақылау сұрақтары:

1. Кванттау процессінің мәні неде? Кванттаудың қандай түрлері бар?

2. Кванттауға негізделген ақпаратты енгізу алгоритмінің мәні неде?
3. Кванттау қадамы неге әсер етеді?
4. Енгізілетін ақпарат сұлбасының жұмыс істеу қабілетін не анықтайды?
5. Кванттауға негізделген стегоалгоритмді жүзеге асыратын мысал келтіріңіз.

2.3 Зертханалық жұмыстардың жоспары

Жұмыстың мақсаты – дәрісте алған білімді практика жүзінде қолдана білу.

Зертханалық жұмыс № 1. (2 сағат)

Тақырып: Photoshop ортасындағы бейнелердің визуалды сапасын жақсарту.

Тапсырма:

1. Фильтрлер мен түстік режимдер.
2. Фильтрация әсерінің (эффekt) әлсізденуі.
3. Стандартты фильтрлер.
4. Фильтрлерді комбинациялау.
5. Каналдар фильтрациясы.

Альфа-каналдарын фильтрациялау.

Маска қабатын фильтрациялау.

Муараның әлсізденуі.

Тапсырыс фильтрі.

Әдістемелік ұсыныстар: RGB режимінде ақ-қара суретті алып Texturizer (Текстуризатор) немесе (басқа кез-келген фильтрмен) әрекеттестіріңіз. Қойылған талаптарды ескере отырып өзіңіздің фильтіріңізді жасаңыз.

Негізгі әдебиеттер: 3[12-150]

Қосымша әдебиеттер: 2[12-15]

Бақылау сұрақтары:

1. Муарды қалай жоюға немесе әлсіздендіруге болады?
2. Photoshop ортасында каналдар фильтрациясы қалай жүреді?
3. Photoshop ортасында қабат маска фильтрациясы қалай жүреді?
4. Альфа-канал деген не?
5. Түйіншек матрицасы не үшін қолданылады?

Зертханалық жұмыс № 2. (2 сағат)

Тақырып: Растрлық алгоритмдерді жүзеге асыру. Безье қисығын құру.

Тапсырма:

1. Алгоритм анализі.
2. Бағдарламалық жүзеге асыру.

Әдістемелік ұсыныстар: Безье қисығын құру алгоритімін үйрену. Бағдарламалық жүзеге асыру үшін кез келген тілді таңдау.

Негізгі әдебиеттер: 3[150-220]

Қосымша әдебиеттер: 2[12-15]

Бақылау сұрақтары:

1. Растрлық алгоритмдердің ерекшелігі неде?
2. Кесіп тастау алгоритмі не үшін қолданылады?
3. Кесіп тастау кезіндегі соңғы нүкте алгоритмде қалай кодталады?
4. Кесілген бөліктің қайсысы алгоритмде көрінбей тұрады?
5. Кесілген бөліктің қайсысы алгоритмде көрініп тұрады?

Зертханалық жұмыс № 3. (2 сағат)

Тақырып: Растрлық алгоритмдерді жүзеге асыру. Қалың түзуді шығару алгоритмі.

Тапсырма:

1. Алгоритм анализі.
2. Бағдарламалық жүзеге асыру.

Әдістемелік ұсыныстар: Қалың түзуді шығару алгоритмін үйрену. Бағдарламалық жүзеге асыру үшін кез келген тілді таңдау.

Негізгі әдебиеттер: 3[150-220]

Қосымша әдебиеттер: 2[12-15]

Бақылау сұрақтары:

1. Растрлық алгоритмдердің ерекшелігі неде?
2. Кесіп тастау алгоритмі не үшін қолданылады?
3. Кесіп тастау кезіндегі соңғы нүкте алгоритмде қалай кодталады?
4. Кесілген бөліктің қайсысы алгоритмде көрінбей тұрады?
5. Кесілген бөліктің қайсысы алгоритмде көрініп тұрады?

Зертханалық жұмыс № 4. (2 сағат)

Тақырып: Растрлық алгоритмдерді жүзеге асыру. Шеңберді құруға арналған Брезенхем алгоритмі.

Тапсырма:

1. Алгоритм анализі.
2. Бағдарламалық жүзеге асыру.

Әдістемелік ұсыныстар: Қалың түзуді шығару алгоритмін үйрену. Бағдарламалық жүзеге асыру үшін кез келген тілді таңдау.

Негізгі әдебиеттер: 3[150-220]

Қосымша әдебиеттер: 2[12-15]

Бақылау сұрақтары:

1. Растрлық алгоритмдердің ерекшелігі неде?
2. Кесіп тастау алгоритмі не үшін қолданылады?
3. Кесіп тастау кезіндегі соңғы нүкте алгоритмде қалай кодталады?
4. Кесілген бөліктің қайсысы алгоритмде көрінбей тұрады?
5. Кесілген бөліктің қайсысы көрініп тұрады?

Зертханалық жұмыс №5 (2 сағат)

Тақырып: Графикалық форматтарының спецификацияларын талдау және көріністерге ақпаратты ендіру алгоритмдерін жүзеге асыру.

Тапсырма:

1. Ақпараттың кірісіне анализ жасау. Биттердің берілуіне қарай.

2. Бағдарламалық жүзеге асыру.

Әдістемелік ұсыныстар: Жүзеге асыру үшін әрқайсына жеке тапсырмалар жасалады:

1. Тікелей жолы ол көріністерге қолданатын модификация.
2. Басқаша көрініспен жасалған модификацияланған үлгі.
3. Тағы бір жолы, көріністерді фрактальді түрде кодтайды.
4. Көріністердің көлемі бойынша өзгерту.

Негізгі әдебиеттер тізімі: 4[12-20]

Қосымша әдебиеттер тізімі: 3[12-15]

Бақылау сұрақтары:

1. Ақпарат енгізудің қандай жолдарын білесіздер?
2. Маңызы жоқ биттер қандай рөл атқарады?
3. Хаттама енгізгенде қандай ұқсастық көрдіңіздер?
4. Толған контейнердің стегохаттамаға қандай әсері бар?

Зертханалық жұмыс №6 (3 сағат)

Тақырып: Көріністердің объектілерінің шекараларын анықтау.

Тапсырма:

1. Кирша әдісі;
2. Лапласа әдісі;
3. Робертса әдісі;
4. Собела әдісі;
5. Уоллеса әдісі;
6. статистикалық әдіс.

Әдістемелік ұсыныстар: Кирша әдісі екі 3×3 маскамен жұмыс жасайды. Лапласа әдісі екі өлшемді 3×3 элементіне Лапласа матрицасында қолданылады. Собела әдісі екі өлшемді 3×3 апертурасымен жұмыс жасайды. Уоллес әдісі екі өлшемді 3×3 апертурасымен жұмыс жасайды. Статистикалық әдіс екі фазалы болып келеді. Ол кез келген маскаға, тікбұрышқа сәйкес келе береді.

Негізгі әдебиеттер тізімі: 4[31-40]

Қосымша әдебиеттер тізімі: 3[12-15]

Бақылау сұрақтары:

1. Кирша әдісінің мәні?
2. Лапласа әдісінің мәні?
3. Робертса әдісінің мәні?
4. Собела әдісінің мәні?
5. Уоллеса әдісінің мәні?
6. Статистикалық әдісінің мәні?

Зертханалық жұмыс № 7 (2 сағат)

Тақырыбы: Көріністердің фрактальді компрессиясы.

Тапсырма:

1. Керек типтегі көріністі сканерлеу.
2. Архивация жасау:
- екі түсті бейне;

- он алты түрлі түсті бейне;
- сұр көлеңке беретін бейне;
- толық түсті бейне.

3. Келесі критериялар бойынша архивтеу нәтижелерінің салыстыруын жүргізу:

- компрессия деңгейі;
- компрессия жылдамдығы ;
- қайта алынған бейне сапасы.

Әдістемелік ұсыныстар: Бағдарламаның сипаттамасын, бейне компрессиясын , декомпрессиясын қарастыру.

Негізгі әдебиеттер тізімі: 3[45-50], 4[78-85]

Қосымша әдебиеттер тізімі: 1[12-15]

Бақылау сұрақтары:

1. Фрактальді сығудың принциптері мен идеясы?
2. Компрессия мен декомпрессияның деңгейі мен жылдамдығы неге байланысты болады?
3. Фрактальді компрессия алгоритмі қалай жүзеге асырылады?
4. Фрактальді декомпрессия алгоритмі қалай жүзеге асырылады?
5. Алгоритм реализациясына қандай шектеу қойылған?

2.4 Оқытушының жетекшілігімен орындалатын студенттердің өзіндік жұмыстары бойынша өткізілетін сабақтардың жоспары (СОӨЖ)

9 кесте

№	Тапсырма	Өткізу формасы	Әдістемелік ұсыныс	Ұсынылатын әдебиеттер
1	2	3	4	5
1	Графикалық жүйе сәулеті	Тренинг, дискуссия	Графикалық жүйе сәулетін қарастыру	1[23-37], 6[10-12]
2	Интерактивті машиналық графика жүйелері	Тренинг, дискуссия	Интерактивті машиналық графика жүйелерін қарастыру	2[25-40], 6[12-13]
3	Графикалық жұмыс станцияларының сәулеті	Тренинг, дискуссия	Графикалық жұмыс станцияларының сәулетін қарастыру	1[23-37], 2[47-54]
4	Жұмыс станцияларының өнімділігіне бағалау	Тренинг, дискуссия	Жұмыс станцияларының өнімділігіне бағалауын қарастыру.	1[25-34], 3[37-69]
5	Түстің моделдері. Түстерді шығару	Тренинг, дискуссия	Түстің моделдері мен түстерді шығаруды қарастыру	1[34-40], 3[37-69]
6	Компьютер графикасының алгоритмдерін оқу	Тренинг, дискуссия	Компьютер графикасының алгоритмдерін оқу	2[34-38], 5[56-77]
7	3D-графикасы: Жарық пен сахна. Жарықты моделдеу ерекшелігі	Тренинг, дискуссия	3D-графикасын: Жарық пен сахнаны, жарықты моделдеу ерекшеліктерін қарастыру	4[63-74], 5[77-99]

1	2	3	4	5
8	GeForce сәулеті	Тренинг, дискуссия	GeForce сәулетін қарастыру	1[63-74], 3[77-99]
9	Рендеринг конвейері	Тренинг, дискуссия	Рендеринг конвейерін қарастыру	3[90-104], 4[99-105]
10	Пайдаланушы интерфейсінің басқару жүйелері (UIMS).	Тренинг, дискуссия	Пайдаланушы интерфейсінің басқару жүйелерін қарастыру.	3[90-104], 4[99-105]
11	Сигналдарды өңдеу цифрлық процессорлардың құрылымы.	Тренинг, дискуссия	Сигналдарды өңдеу цифрлық процессорлардың құрылымын зерттеу	2[34-38], 5[56-77]
12	Деректерді кеңістік аймағында жасыру	Тренинг, дискуссия	Деректерді кеңістік аймағында жасыруды қарастыру	2[34-38], 5[56-77]
13	Деректерді түрлендіру аймағында жасыру	Тренинг, дискуссия	Деректерді түрлендіру аймағында жасыруды қарастыру	1[25-27], 4[33-37]
14	Бейне объектісінің шекараларын белгілеу әдістері	Тренинг, дискуссия	Бейне объектісінің шекараларын белгілеу әдістерін қарастыру	1[30-29], 4[17-21]
15	Қолданбалы визуалдық жүйелердің сәулеті	Тренинг, дискуссия	Қолданбалы визуалдық жүйелердің сәулетін қарастыру	1[30-29], 4[17-21]

2.5 Студенттердің өзіндік жұмыстары бойынша өткізілетін сабақтардың жоспары (СӨЖ)

10 кесте

№	Тапсырма	Әдістемелік ұсыныс	Ұсынылатын әдебиеттер
1	2	3	4
1.	Графикалық бейнелерды стандарттар бойынша тасымалдау	Графикалық бейнелерды стандарттар бойынша тасымалдауды қарастыру	3[4-6]
2.	Цифрлық филттрлер	Цифрлық филттрлерді қарастыру	1[54-63], 3[20-21]
3.	Видеосигналды цифрлеу құралдарының жұмыс істеу принциптері	Видеосигналды цифрлеу құралдарының жұмыс істеу принциптерін қарастыру	6[75-80]
4.	Бейнелеу құралдардарында цифрленген бейнелердің шығуы	Бейнелеу құралдардарында цифрленген бейнелердің шығуын қарастыру	1[40-44], 2[8-13], 4[40-50]
5.	Бейнелердың түстык коррекциясы және түстік компрессиясы	Бейнелердың түстык коррекциясы және түстік компрессиясын қарастыру	4[30-40]
6.	Көпядролық компьютерлердің программалық қамтамаларының ерекшеліктері	Көпядролық компьютерлердің программалық қамтамаларының ерекшеліктерін қарастыру	3[12-20]
7.	Стегожүйенің құрылымы. Оның тұрақтылығын бағалау.	Стегожүйенің құрылымы мен оның тұрақтылығын бағалауын қарастыру	3[12-20]

1	2	3	4
8.	Ақпараттарды бейнелерге енгізу стегоалгоритмдер	Ақпараттарды бейнелерге енгізу стегоалгоритмдерді қарастыру	3[7-10]
9.	Бейнелерді тану және талдау	Бейнелерді тану және талдауды қарастыру	3[7-10]
10.	Текстуралық бейнелерді моделдеу	Текстуралық бейнелерді моделдеуді қарастыру	3[42-44]
11.	MPEG спецификациясы	MPEG спецификациясын қарастыру	3[25-28, 33-35]
12.	Фурьеның тез түрлендіру алгоритмы(жиілік аймағында қарастыру)	Фурьеның тез түрлендіру алгоритмін қарастыру	3[57-58]
13.	MPEG файлдардың форматтары	MPEG файлдардың форматтарын қарастыру	3[61-65]
14.	MPEG медиялық объектілердің кодылау түрі	MPEG медиялық объектілердің кодалау түрлерін қарастыру	3[65-67]
15.	MPEG-7 спецификациялар	MPEG-7 спецификацияларын қарастыру	3[67-69]

2.6. Студенттердің білімдерін тексеру үшін дұрыс жауап кілттерімен берілген тестік сұрақтар (30 сұрақ)

&&&1. ПЛИС архитектурасын қолдану мақсаты неде?

А) ПЛИС жылдамдығы 200-300 мгц-ке жетті, радиожиіліктік тракте көптеген алгоритмдер жүзеге асыруға (фльтрация алгоритмі, шекті импульстік сипаттамасы бар құрылғылар қолданылады).

Б) Құпия хабарды жасыруға арналған кез-келген ақпарат

С) хабар қосылмаған контейнер; толтырылған контейнер немесе енгізілген ақпараты бар стегоконтейнер

Д) Ақпаратты заңсыз қолданыстан қорғау мақсатында өңдеу әдістері туралы ғылым

Е) Матрицаның әр элементі 1 битпен белгіленген. 1-ге тең

&&&2. А.Розенфельд бойынша «бейне» :

А) Бейненің бір жолын суреттейтін пиксельдің горизонталь деңгейі.

Б) Абсолютті бірлікте бір затты жарықтан шығару немесе бейнелеу саны

С) Бұл жазық объект, түрі нүктеден нүктеге өзгеруін анықтайды.

Д) хабар қосылмаған контейнер; толтырылған контейнер немесе енгізілген ақпараты бар стегоконтейнер

Е) нүктесі бар шеңбер (100,100) және 50 радиусы

&&&3. JPEG және MPEG алгоритмдердің іс әрекеті:

А) Программалау немесе конфигурация өзгертуіне мүмкіндігі

Б) Күрделі алгоритмдегі бейнелейтін кітапхана бағдарламалардың бар болуын анықтайды

С) Хабар қосылмаған контейнер; толтырылған контейнер немесе енгізілген ақпараты бар стегоконтейнер

D) Бейне қысу кезінде артықшылықтың екі түрін жояды және дөңгелектеу, және көлемі кіші жоғары жиілікті спектральді бөлшектерді дөңгелектеу кеңістік көру ескеріледі

E) Статистикалық растрлық бейне

&&&4. Векторлық бейнелер дегеніміз не?

A) Оның құрылымы командалар тізімдерден тұрады.

B) Көбейту ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген

C) Бейнелерді қысу және оларды анықтау

D) Күрделі жүйелерді қолдануда процессорлар

E) Статистикалық растрлық бейне

&&&5. Цифрлық сигнал өңдеу құрылғы:

A) World Wide Web (WWW)

B) Монитор

C) Цифрлық сигналды процессорлар

D) JPEG және MPEG алгоритмдері

E) Wavelet-процедурасы

&&&6. Келесі сөйлемдерін ішіндегі қайсысы дұрыс?

A) Векторлық бейнелер құрылымы тіктөртбұрышты матрицадан тұрады.

B) Бейнелерді қысу және оларды анықтау үшін компьютерлік бейнелер пайда болады

C) Растрлықтың бейненің артықшылығы векторлыққа бейнеден масштабтаудың оңайдылығы.

D) Растрлықтың бейненің артықшылығы векторлыққа бейнеден шыншылдығының және жасалудың оңайлығы, кемшілігі кең көлемді алады, масштабтаудың қиындығы.

E) Wavelet-процедурасы немесе фрактальды кодтау әдістері бейнені жою үшін пайдаланады

&&&7. Растрлық бейне дегеніміз не?

A) Бейнелердің құрылымы командалар тізімдерден тұрады.

B) Wavelet-процедурасы немесе фрактальды кодтау әдістері бейнені жою үшін пайдаланады

C) Бейнелерді қысу және оларды анықтау

D) Көбейту ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген

E) Бейнелер түрлі-түсті бөлшектерден тұратын тіктөртбұрышты матрица түрінде бірінші бетке сақталады.

&&&8. Статикалық растрлық бейне дегеніміз:

A) Көбейту ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген

В) Ақпаратты заңсыз қолданыстан қорғау мақсатында өңдеу әдістері туралы ғылым

С) ол екі өлшемді массив пикселден тұрады.

Д) Ақпаратты тасымалдауын жасыру әдістері мен құрал жиынтығы

Е) стего жіберу каналы

9. Палитра дегеніміз не?

А) Бейненің пиксель мәнінде бір сан сақталынады, ол тұс векторының индексі белгілейді.

В) Бейнелер түрлі-түсті бөлшектерден тұратын тіктөртбұрышты матрица түрінде бірінші бетке сақталады

С) Көбейту ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген

Д) Бейнелерді қысу және оларды анықтау

Е) Векторлық бейнелер

10. Дискреттік жиынтық немесе дискреттік сигнал бастапқы үздіксіз (ұқсас) сигнал арқылы қалай бейнелейді:

А) $Y_{\text{цап}}(j\omega) = Y(j\omega) * H_{\text{цап}}(j\omega)$

В) $\omega_c = 0,5\omega_d$

С) $H_{\text{цап}}(j\omega) \approx \tau / T$

Д) $y_{\text{цап}}(t) = y(t) \oplus h_{\text{цап}}(t)$

Е) $x(nT) = x(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$, мұнда $\delta(t)$ – дискреттік δ – функциясы

11. Дискреттік сигналдардың спектрын қандай теңдеу білдіреді:

А) $X(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega t} dt = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT) e^{-j\omega t} dt$.

В) $x(nT) = x(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$

С) $x(nT)$, $x(n)$, x_n , $\{x_0; x_1; x_2; \dots\}$.

Д) $y_{\text{цап}}(t) = y(t) \oplus h_{\text{цап}}(t)$

Е) $H_{\text{цап}}(j\omega) \approx \tau / T$

12. Цифрлық аналогты түрлендіргіштердің қасиеттері:

А) Бейненің пиксель мәнінде бір сан сақталынады, ол тұс векторының индексі белгілейді.

В) Векторлық бейнелер көрсетеді

С) Құпия хабарды жасыруға арналған кез-келген ақпарат

Д) Ол сигнал есебін кодты сөз түріндегі импульсты сигналдарға айналдырады

Е) Көбейту ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген.

13. ЦАТ – тан шыққан сигналды аналогтік сигналдардың үйірткі формуласымен анықтауға болады:

A) $y_{цап}(t) = y(t) \oplus h_{цап}(t)$, мұндағы $y(t)=y(nT)$ ЦАТ кірісіндегі дискретті сигнал, $h_{цап}(t)$ – ЦАТ импульстік қасиеті

B) $Z = ej\omega T = e^{j2\pi\omega/\omega_d}$

C) $X(Z) = a X_1(Z) + bX_2(Z)$.

D) $X(Z) = X_1(Z) X_2(Z)$.

E) $x(nT)$, $x(n)$, x_n , $\{x_0 ; x_1 ; x_2 ; \dots \}$

14. Жиілік аймағындағы үйірткіге сәйкес келетін спектрлердің көбейтіндісін көрсетіңіз :

A) $Y_{цап}(j\omega) = Y(j\omega) * H_{цап}(j\omega)$

B) $X(Z) = a X_1(Z) + bX_2(Z)$.

C) $y_{цап}(t) = y(t) \oplus h_{цап}(t)$

D) $x(nT)$, $x(n)$, x_n , $\{x_0 ; x_1 ; x_2 ; \dots \}$.

E) $H_{цап}(j\omega) \approx \tau / T$

15. Дискреттік сигналдарға арналған Фурье түрлендіру формуласы:

A)

$$\begin{cases} X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) Z^{-n}, \\ x(nT) = \frac{1}{2\pi j} \oint X(Z) Z^{n-1} dZ. \end{cases}$$

B) $Y_{цап}(j\omega) = Y(j\omega) * H_{цап}(j\omega)$

C) $X(jk\omega_1) = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT) e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$

D) $X(Z) = a X_1(Z) + bX_2(Z)$.

E) $Z = ej\omega T = e^{j2\pi\omega/\omega_d}$

16. Фурьенің кері дискреттік түрлендіру формуласы:

A) $x(nT) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(jk\omega_1) e^{j\frac{2\pi}{N}kn}$

B)

$$F(m_1, m_2) = \sum_{n_1=1}^{N_1} \sum_{n_2=1}^{N_2} X(n_1, n_2) A(n_1, n_2; m_1, m_2)$$

C) $Z = ej\omega T = e^{j2\pi\omega/\omega_d}$

D) $dZ/dp = T\tau T$

E) $P=\delta+j\omega$

17. Z-түрлендірудің формуласын көрсетіңіз:

A) $P=\delta+j\omega$

- B) $dZ/dp = T\exp T$
 C) $Z = e^{j\omega T} = e^{j2\pi\omega/\omega_d}$
 D) $X(Z) = a X_1(Z) + bX_2(Z)$.
 E) $X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) Z^{-n}$

18. Кері Z-түрлендірудің формуласын көрсетіңіз:

- A) $x(nT) = \frac{1}{2\pi j} \oint_{\Gamma} X(Z) Z^{n-1} dZ$ Γ -«пи»
 B) $X(Z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) Z^{-n}$
 C) $dZ/dp = T\exp T$
 D) $P = \delta + j\omega$
 E) $X(Z) = a X_1(Z) + bX_2(Z)$.

19. ДФТ формулалары не үшін керек?

- A) Жазықтығының жорамал осінде үздіксіз айнымылының өсуіне
 B) Жиілік аймағында бөлу үшін
 C) Ақпаратты заңсыз қолданыстан қорғау мақсатында өңдеу
 D) Сигналдармен және оның спектрлерінде түрлендіруді есептеу процедураларын жеңілдетеді, олар нақты шақта жұміс істейді.
 E) Векторлы көріністерді көрсетеді

20. Винерлеу фильтрлеу процессі негізі неде?

- A) Винерлеу фильтрлеу процессі қорғау мақсатында өңдеу
 B) Винерлеу фильтрлеу процессі белгілі бір матрицалық операцияларды орындауға негізделген.
 Ортогональды түрлендірудің бірөлшемді түрлендірумен қатар екіөлшемдігі қолданады, ол арқылы жазық бейнелерді екіөлшемді сигналды фильтрациялау арқылы көрсетеді.
 C) Шын мәнінде сигналдар түпкі энергиясы бар, және соған сәйкес кей есеп номерінен батап келесілердікінің кішілігіне байланысты
 D) Бұл сан немесе әдетте оны код сөздің ұзындығы цифрлық кодтаудың стандартты параметріне жатады.
 E) Есептің деңгейлік номері стандартты және дәреже импульстерінің көмегімен беріледі

21. Фурье түрлендіруді қай функциялар арқылы түрлендіруге болады:

- A) $P = \delta + j\omega$ арқылы болады
 B) $z = x + jy$, айнымалы жазықтығының бірлік шеңбер арқылы болады.
 C) $y = kx + b$ арқылы болады
 D) $y = ax^2 + 5x + c$ арқылы түрлендіруге болады.
 E) тригонометрикалық функциялар \sin немесе \cos базистар арқылы

түрлендіруге болады.

&&&22. Криптография дегеніміз не?

А) Ақпаратты заңсыз қолданыстан қорғау мақсатында өңдеу әдістері туралы ғылым

В) Есептің деңгейлік номері стандартты және дәреже импульстерінің көмегімен беріледі

С) Бейненің пиксель мәнінде бір сан сақталынады, ол түс векторының индексін белгілейді.

Д) Жазықтығының жорамал осінде үздіксіз айнымылының өсуі

Е) Көбейту ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген

&&&23. Стеганография дегеніміз не?

А) Көбейту ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген

В) Жазықтығының жорамал осінде үздіксіз айнымылының өсуі

С) Есептің деңгейлік номері стандартты және дәреже импульстерінің көмегімен беріледі

Д) Ақпаратты тасымалдауын жасыру әдістері мен құрал жиынтығы

Е) Ақпаратты заңсыз қолданыстан қорғау мақсатында өңдеу әдістері туралы ғылым

&&&24. Контейнер дегеніміз не?

А) Ақпаратты заңсыз қолданыстан қорғау мақсатында өңдеу әдістері туралы ғылым

В) Құпия хабарды жасыруға арналған кез-келген ақпарат

С) Ықшамдау және т.б. операцияларды орындау үшін жақсы икемделген

Д) Ақпаратты тасымалдауын жасыру әдістері мен құрал жиынтығы

Е) Жазықтығының жорамал осінде үздіксіз айнымылының өсуі

&&&25. Бос контейнер дегеніміз не?

А) Хабар қосылмаған контейнер; толтырылған контейнер немесе енгізілген ақпараты бар стегоконтейнер

В) Ақпаратты тасымалдауын жасыру әдістері мен құрал жиынтығы

С) Есептің деңгейлік номері стандартты және дәреже импульстерінің анықтайды

Д) Бейненің пиксель мәнінде бір сан сақталынады, ол түс векторының индексін белгілейді.

Е) Ақпаратты тасымалдауын жасыру әдістері мен құрал жиынтығы

&&&26. Кең тараған растрлық форматтары:

А) DBF, EXE, BMP

В) DB, TXT, PKC

С) GIF, PCX, BMP, JPEG, PNG, PCD, PSD, TIFF, EPS, DCS, PDF

D) GIF, TXT, DOC

E) BMP, DBF, EXE, FGH, TCT, TYG, DRT, FGH, RTY, SDH, GHJ

&&&27. Анимация файлдарының форматы:

A) GIF, LZW, GIF89A

B) GIF, TXT, DOC

C) BMP, DBF, EXE

D) DB, TXT, PKC

E) TIFF, , DBF, EXE

&&&28. Қазіргі уақытта стеганографияның үш типі бар, қандай?

A) массивты шығару, дистреттік математика, косу операциялар

B) реляциялық алгебра, иерархиялық жүйе, тораптық жүйе

C) Мәліметтерді жасыру (хабарды), цифрлық-су белгілері, атаулар

D) Деректерді жою, массивты шығару, көбейту операциялар

E) Сигнардарды анықтау, массивты еңгізу, программалау

&&&29. Цифрлық-су белгілері не үшін қолданылады

A) массивты шығару

B) цифрлық бейнелердің, фотосуреттердің не өнер туындылардың авторлық және иелік құқықтарын қорғау үшін қолданылады.

C) Есептің деңгейлік номері стандартты және дәреже импульстерінің анықтайды

D) Бейненің пиксель мәнінде бір сан сақталынады, ол тұс векторының индексін белгілейді.

E) Белгілі бір матрицалық операцияларды орындауға негізделген.

Ортогональды түрлендірудің бірөлшемді түрлендірумен қатар екіөлшемдігі қолданады, ол арқылы жазық бейнелерді екіөлшемді сигналды фильтрациялау арқылы көрсетеді.

&&&30. GIF (Graphics Interchange File – графикалық алмасу файлы) форматы не үшін пайдалынады?

A) Ақ-қара графикалық файлдарды сақтау үшін құрылған.

B) Декодирлеуден кейін ара тәріздес сигналдың орнына баспалдақ тәріздес шығарады.

C) Шектелген көлемге ақпараттың максималды өлшемін сақтау және файл алмасу уақытын үнемдеу мақсатында құрылған, Web-те кең таралған, бір файлда бірнеше бейне сақтауға мүмкіндік береді, әр бейне мультипликацияның бір фазасы болып, қысқа мультфильмді көруге болады. Формат тек индекстелген бейнені сақтайды.

D) Форматы сканерленген бейнелер үшін универсалды формат ретінде құрылған. Түрлі платформаларға аудармалы. Барлық баспалық жүйелерде импортталады. Мәліметті жоғалтпай қысу алгоритммен жұмыс істейді

E) үлгінің ұқсастық дәрежесі қызылмен, немесе сарымен, немесе жасылмен, немесе көкпен бояйды.

11 кесте

Дұрыс жауаптар

Сұрақтың №	Дұрыс жауап	Сұрақтың №	Дұрыс жауап	Сұрақтың №	Дұрыс жауап
1	A	11	A	21	E
2	C	12	D	22	A
3	D	13	A	23	D
4	A	14	A	24	B
5	C	15	C	25	A
6	D	16	A	26	C
7	E	17	D	27	A
8	C	18	A	28	C
9	A	19	A	29	B
10	E	20	C	30	C

2.7 Өткен тақырыптар бойынша емтихан сұрақтары (80 сұрақ)

1. Әрекет ұстанымы және Цифрлік түрге бейнелердің өзгерту үшін негізгі құрылғылар.

2. Графикалық ақпараттарды өңдеу жүйелерін топтастыру және әртүрлі жүйелердің қысқаша мінездемесі .

3. Графикалық ақпараттарды өңдеу жүйелерін топтастыру және әртүрлі құралдардың қысқаша мінездемесі .

4. Бейнердің цифрлік енгізуіне/шығару үшін арналған құрылғылар – топтастыру, іс әрекеті.

5. Бейне ұғымы, оның ерекшелігі.

6. Цифрлік түрде графикалық ақпараттарды көрсету.

7. Бейнелердің класстары.Класс аралық және өзара бейнелерді түрлендіру.

8. Бейнелердің ұсыну тәсілдері . Әрбір тәсілдерден артықшылықтарымен кемшіліктері .

9. Компьютерлік графика - негізгі ұғымдар , қолдану аймақтары . Компьютерлік графиктердің негізгі әдістер мен алгоритмдер.

10. Сигналдардың математикалық үлгілері және дискреттік сигналдар .

11. Дискретизациялау , кванттаудың және үзіліссіз сигналдардың бұрынғы қалпына келтіру

12. Үзіліссіз сигналдарды дискретизациялау. Дискретизациялау жиілігін таңдау . Санағыштар теоремасы .

13. Дискретизациялау қателіктері , кванттау және сигналды бұрынғы қалпына келтіру .

14. Дискретизациялау, кванттау және үзіліссіз сигналдарды қайта қалпына келтіру үшін құрылғылар.

15. Дискреттік сигналдардың өңдеуі - мақсаты, орындау ерекшеліктері .

16. Фурье дискреттік түрлендіру. Қолдану аймақтары.

17. Фурьенің тез түрлендіруі (уақытша аймағында сирету). Қолдану аймақтары.

18. Фурьеның тез түрлендіруі алгоритмі (жиілік аймағында сирету).
Қолдану аймақтары.
19. Z - түрлендіру . Кері Z- түрлендіру . Қолдану аймақтары.
20. Хаара, Уолша - Адамараның түрлендірулер. Осы түрлендірулер ді қолдану аймақтары..
21. Синус түрлендіру . Қолдану аймақтары.
22. Косинус түрлендіру. Қолдану аймақтары.
23. Вейвлет түрлендіру . Қолдану аймақтары.
24. Нақты уақытта сигналдарды өңдеу ерекшеліктері .
25. Цифрлық сигналдарды өңдеу үшін процессорлардың ерекшелігі .
26. Сигналдық процессорлардың класстары .
27. Құрылым және сигналдық микропроцессор жұмыс жасау принциптары
28. Медиялық микропроцессор лардың құрылымы және жұмыс жасау принциптері .
29. Нақтылы жоба орындауына арналған процессор таңдау мақсаты.
30. Түс ұсынуы . Түстік үлгілер
31. Графикалық ақпараттарды сақтау . Растрлық , векторлық және метафайлдардың ұйымдастырылуы.
32. Анимация типі , әдістер және эффектлер . Анимация файлдарының форматтары .
33. MIDI стандарты.
34. Стеганографиялық жүйелер. Стеганографиялық цифрлық жүйелердің топтастыруы.
35. Стеганографиялық жобалаудың жалпы принциптері .
36. Стеганографиялық әдістердің нәтижелілік талдауы .
37. Стеганографиялық беріктік (тұрақтылығы) . Жүйелердің стеганографиялық беріктігін бағалау және шарттары.
38. Жасырылған хабарларды тасымалдау үшін стегожүйелердің тұрақтылығын табу.
39. Детерминирленген емес стегожүйелердің тұрақтылығы.
40. Жасырынған хабарлардың тасымалдау имитотұрақтылығы .
41. Бейнелерге ақпаратты еңгізу әдістері.
42. Қозғалмайтын бейнелеулердегі деректерді жасыру. Ақпаратты бейнеге еңгізетін аддитивті стегоалгоритм.
43. Қозғалмайтын бейнелердегі деректерді жасыру. Стенографиялық әдістерді кванттау негізінде .
44. Қозғалмайтын бейнелердегі деректерді жасыру. Кеңістік аймағында деректерді жасыру.
45. Қозғалмайтын бейнелердегі деректерді жасыру. Деректерды түрлендіру аймағында жасыру.
46. Жасырылған ақпаратқа шабуыл. Ойластырылған шабуылдардың түрлері. Стенографиялық әдістердің жұмыс қабілетін тестілеуге арналған инструменталды құралы.
47. Ақпаратқа құрастырылған шабуылдарды моделдеуге арналған программалар.

48. Видеокадрлар жүйелігінде деректерді жасыру.
49. Бейненің сапасын жақсарту әдістері.
50. Бейнені элемент бойынша өңдеу.
51. Бейнені сызықты контрастау.
52. Бейнені соляризациялау.
53. Гистограмманы өңдеу, эквализациялау.
54. Элемент бойынша бейнені өңдеу кестелік әдісін қолдану .
55. Бейнені элементке жіктеу әдісі
56. Бейненің элемент шегараларын табу әдістері
57. Бейненің тұрлаулы аймағының белгілері. Шегі бойынша бөлу әдісі.
58. Өсіру әдісі арқылы, аймақтарды белгілеу негізінде бейнені сегментациялау. Орта жарықтық деңгейінің негізінде бейнені сегментациялау.
59. Бейнені фильтрлеу. Бағытталған фильтрлер. Құрамды фильтрлер. Жақындату функция фильтрлер.
60. Бейнені оптимальді сызықтық фильтрлеу.
61. Маскалық (масочная фильтрация) фильтрлеу .
62. Графикалық ақпаратты кодалау әдістері.
63. Графикалық ақпараттың статистикалық және визуалды артықшылығы.
64. Бейненің сапасын субъективті бағалау әдісі.
65. Бейнені фрактальді қысу әдісі.
66. Бейнені JPEG– қысу әдісі.
67. Ақпараты жоғалтпай қысу алгоритмі .
68. Ақпараты жоғалту қысу алгоритмі. Бейненің сапасын жоғалтуын бағалау.
69. Бейнені қысу алгоритміне салыстырмалы анализ жасау.
70. Видеоақпараттарды цифрлық өңдеу әдістері мен олардың даму болашағы.
71. Түстің физикалық негіздері, түс модельдері.
72. Графикалық ақпаратты ұйымдастыру әдістері.
73. Графикалық ақпаратты сақтауды ұйымдастыру.
74. Анимацияның принциптері мен әдістері.
75. 2D және 3D анимацияны жүзеге асыру әдістері.
76. Жалпыланған анимацияны құру технологиясы.
77. GIF – көрініс. GIF графикалық формат. Стандарт GIF89a.
78. Бейнекөріністерді сығу әдістерінің жіктелінуі.
79. Бейнекөріністерді сығу әдістері мен алгоритмдері.
80. Стегожүйенің құрылымы, талаптары және математикалық үлгісі.

Курс бойынша глоссарий

Гамма	құралдың түстерді суреттеу диапазоны; түстерді ажырату ішкі жиыны
Рең	үлгінің ұқсастық дәрежесі қызылмен, немесе сарымен, немесе жасылмен, немесе көкпен; үлгінің жарықтылығына қарамастан
Пиксель	графикалық бейненің ең кіші элементі. Әдетте графикалық экранның әр бөлек нүктесіне сәйкес келеді. Бейненің рұқсат етілген көрінісі әдетте пиксельмен беріледі. Әр пиксель бір түспен боялады, ол графикалық құралдың мүмкіндігіне байланысты болады
Растр	Бейненің бір жолын суреттейтін пиксельдің горизонталь деңгейі. Бейнені шығарудың әдеттегі әдісі, өйткені көптеген видео құралдардың үлгілері осы әдіспен жұмыс істеуге бағытталған
Түстер кестесі	GIF-бейнесі қолданатын әр түске анықтама берілген тізім. Керек түстер осы кесте арқылы қолдануға мүмкіндік алады. Бейненің кіру түстер индексі шығу түстер индексіне өзгереді.
Жарықтылық	абсолютті бірлікте бір затты жарықтан шығару немесе бейнелеу саны. Ақ қағаздағы сұр іздің көлеңкеге қарағанда жарық болған кезде жарығырақ болуы.
Криптография	Ақпаратты заңсыз қолданыстан қорғау мақсатында өңдеу әдістері туралы ғылым
Стеганография	Ақпаратты тасымалдауын жасыру әдістері мен құрал жиынтығы
Контейнер	Құпия хабарды жасыруға арналған кез-келген ақпарат
Бос контейнер	Хабар қосылмаған контейнер; толтырылған контейнер немесе енгізілген ақпараты бар стегоконтейнер
Енгізілген (жасырылған) хабар	контейнерге енгізілген хабар
Стегочанал LZW	стего жіберу каналы Lempel-Ziv и Welch жасаған жұмысқа бағытталған деректерді қысу алгоритмі. Ол кодалау мен кодын алып тастау жұмысын жоғары өнімді болуына мүмкіндік жасайды.
DSP	сигналдарды цифрлық өңдеу процессоры

Сағымбекова Ажар Орынғалиқызы

ГРАФИКАЛЫҚ АҚПАРАТТЫ ӨНДЕУ ЖҮЙЕЛЕРІ МЕН ЖАБДЫҚТАРЫ

Пәннің оқу-әдістемелік кешені
(5В070400 – «Есептеу техника және бағдарламалық қамтамасыз ету»
мандықтары үшін)

Редактор
Техн. редактор

Есептеу техника кафедрасының
мәжілісінде талқылынған

2011 ж. «15» 12 №4 хаттамасы

Ақпараттық және телекоммуникациялық
технологиялар институтының
ғылыми-әдістемелік кеңесінде
талқыланып, мақұлданған

2012 ж. «16» 01 №5 хаттамасы

Басуға __. __. 201__ ж. қол қойылды.

Таралымы __ экз. Пішімі 60x84 1/16. Кітап-журнал қағазы.
Көлемі __, __ ес.-б.т. дана. Тапсырыс № __

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің
баспаханасында басылған
ҚазҰТУ ақпараттық-басылым орталығы
Алматы қаласы, Сәтбаев көшесі, 22