

**ЎЗБЕКСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БАЙЛАНЫС ҲАМ
ИНФОРМАЦИЯЛАСТЫРЫЎ АГЕНТЛИГИ**

**ТАШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ УНИВЕРСИТЕТИ
НӨКИС ФИЛИАЛИ
ИНФОРМАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ ФАКУЛЬТЕТИ**

**“ИНФОРМАТИКА ҲАМ ИНФОРМАЦИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ “ КАФЕДРАСЫ**

**«Көринислерди цифрлы формада аңлатыў усыллары »
темасындағы**

**ПИТКЕРИЎ ҚӘНИЙГЕЛИК
ЖУМЫСЫ**

Орынлаған: «Информациялық сервис» тәлим
бағдары питкериўши 4 курс студенти

Хожаниязов Б. _____

ИЛМИЙ БАСШЫ: Өзб.почтасы Қ.Р.филиалы
директор орынбасары Қуўандыков К.

НӨКИС – 2012 ж.

МАЗМУНЫ

Кирисиў -----	2
§1.Көринислерди таныў хәм компьютерди қайта ислеў мәселеси хәм предмети-----	4
§2 Көринислердин математикалық моделлери-----	8
§3 Рең объектти қабыллаўдың әхмийетли характеристикасы-----	12
§4 Көринислерди цифрлы формада көрсетиў-----	32
Жуўмақлаў-----	42
Мысал хәм программа-----	44
Пайдаланған әдебиятлар-----	51

Кирисиў

Цифрлы қайта ислеў хэм көринислерди аңлаў – интенсив тәризде раўажланып барыўшы илим бағдары. Бул жумыстың тийкарғы мақсети – курамалы математикалық өзгертиўлерсиз предметлик областты ашыў. Көринислерди цифрлы қайта исле тараўы тәжирийбесине ийе бола отырып, биз көринислерди қайта ислеўдиң компьүтерлик методларын әмелге асырыў өзгешелигин оларды анализле хэм синтезлеў өзгешелигин көрсетемиз. Соның менен бирге сигналлардың оптик оптик электрон өзгериў системалары дүзилisinde әҳмийетли саналған көринис сигналларын квантластырыў хэм дискретизациялаў мәселелерине кең нәзер салынды. Барлық алгоритмлердиң компьүтерде әмелге асырылыўы тәмийинленген. Бул жумысымызда усы алгоритмди орынлаў мүмкин болған конкретпрограмма пакетлери көрсетилген. Соның менен бирге жумыстың предмети хэм мәселеси көрсетилген хэм көринислерди қәлиплестириўдиң тийкарғы қурылмалары берилген.

Оптик – электронлы өзгериў системасы дүзилиси сигнал модели тийкарында қәлиплеседи, көринислердиң математикалық моделлери үйрениледи.

Бүгинги күнде ақ – кара көринис датчиклерин қолланыў менен бирге, көринистиң реңли датчиклериде кеңнен қолланылмақта. Көринислердиң реңли характеристикаларын баҳалаў хэм олар тийкарында реңли кеңислик координатасының өзгериси хэм байланысы ҳаққында сөз етиледи.

Сигналларды квантластырыу Һәм дискретизация кәринислерди пүтин санлы матрицалық түрдеги цифрлы формада кәрсетиуди тәмийинлейди. Кәринис элементлери жарықлығы дискретшамасы бойынша үзликсиз еки өлшемли функцияның қайта тиклениу процессии интерполяция методы менен әмелге асады. Бул ҳаққында төртинши бөлимде кеңирек түсиник берип өтемиз.

Компьютер системаларында, Адам мағлыұматты кабыл ете отырып, кәринислердеги деталлар анықлығын тәмийинлеу ушын кәринислерди жаңаландыруу методларын әмелге асыруу керек.

Соның менен бирге, автомат компьютер системасында орынланатуғын кәринислерди алдын – ала қайта ислеуде, объектлер қәсийетлериниң кеңислигин дүзиу кәлиплестириу методлары ҳаққында сөз етиледи.

Көрилген бул жумыста кәринислерди компьютерде қайта ислеу алгоритмлери Һәм заманагөй методлары менен танысып өтилди Һәм бул арқалы мағлыұматларды ислеп шығыудың цифрлы методы бойынша бағдарлар үйренилди.

§1.Көринислерди таныу хэм компьютерди қайта ислеу мәселеси хэм предмети

Көринислерди компьютерде ислеп шығыу

Көринислерди компьютерде ислеп шығыу цифрлы сигнал процессорларында қурылған арнаулы қурылмалар ямаса цифрлы көринислерди ислеп шығыу қураллары арқалы әмелге асады. Көринислерди ислеп шығыуда тек көринислердің қабыл етилиуі жақсыланып қоймастан, көринислер анализи орынланыуындағы объектлер классификациясы да есапқа алынады.

Өткен әсирдің 60 – жылларында көринислер хаққындағы “иконика” илими кең түрде рауажланды. Бул илим бақдары, көринислерди изертлеу, көринислердің өзгериуі, ислеп шығылыуы қайта ислениуі хэм график образлардыаңлау шартлерин өз ишине алады. “Иконика” термини грекше “eikon” сөзинен алынған болып, көринис образ деген мәнисти береди. Бүгинги күнде бул термин “ЭЕМ де көринислерди ислеп шығыу хэм жаратыу” деген мәнисти береди.

Көринислер сигналын ислеп шығыу методларының кеңейиуі менен цифрлы ислеп шығыуды қолланыу санаатта, көркем өнерде, медицинада, космоста кеңнен қолланылмақта. Олар процесслерди басқарыуда, объектлерди автоматизациялы жүритиуди образларды таныуда ислетиледи.

Космик аппараттан көринислерди цифрлы узатылыу каналлары улкен мағлыуат ағымының узатылыуын талап етеди. Егер реңли телевидениениң цифрлы сигналын узатыуда 216 Мбит/с тәртиптеги узатыу тезлиги талап етилсе, онда жоқары анықлықтағы телевидение узатыулары ушын узатыу тезлиги 1 Гбит/с тәртибинде қуралған. Көринислерди қәлиплестириу, сыпатты жақсылау, медициналық көринислер автоматизациясы, электрон микроскопта көриу, рентген аппарата, томографалар изертлеу предмети болады. Бүгинги күнде медицинада, көринислерди қәлиплестириу системасы, оны цифрлы қурылмаға өзгертиу, арнаулы қурылма арқалы видео көринисти компьютерге киритип хужжетлестириу хэм визуализация

үлкен әхмийетке ийе. Аралықта турып автоматик анализ жүритиў орынды изертлеўде, тоғай хожалығында, өрт қәўипсизлиги системасында ислетиледи. Ески кинофильмлерди қайта тиклеў ушын видеоматериал дефектин автоматик компенсациялаў методы видеодағы кинокөринислерди компьютерде ислеп шығыў кең түрдеги мәнислерди шешиўде ислетилип ол көринис сыпатын, параметрлерин өлшеў, көпөлшемли сигналлардың спектрал анализи көринислерди қабыллаў хәм көринислерди толықтырыў сыяқлы мәселелерди шешиўге өз үлесин кеңнен қоспақта.

Көринислерди қәлиплестириў қурылмасы илим, техника, санаат, медицина, биология тараўларына ен жайып система хәм қурылмалардың бөлинбейтуғын компоненти сыпатында илимий хәм техник мәселелерди комплекс шешиўде, синтез хәм анализ методларын ислеп шығыўда, көринислерди классификациялаў менен бинарлаўда ислетиледи.

Көринислерди қәлиплестириў қурылмасы

Көринислерди қәлиплестириў қурылмасы, спектрде электромагнит нурланыўдан пайда болған көринислерди пайды етеди. Электровакумлы хәм қатты денели фотосезгирлик әсбаплар қурылмасын көрип өтейик.

Электровакумлы фотосезгирли әсбаплар фотокатодқа ийе болып, оң шамадағы потенцияға узатылатуғын анод хәм электронларды эмитациялайды. Көплеген узатыўшы электровакумлы трубкалар менен системалар олар тийкарында көриниўши диапазонда ислейди. Оптика электрон системаның бөлек группасына түнде көринисти көриў приборы киреди. Электронлы – оптик өзгертиўши электронлары бойынша көринисти пайда етеди. Солай етип, ол оптик нурланыўды электр сигналына емес оптик нурланыўға өткереди. Узатыўшы электрон нуры, трубкалар оптик нурланыўды электр сигналына өзгертеди. Электровакумлы фотоәсбапларда бирлик фото электрон дәрежеде шексиз киши оптик сигналларды дизимге алады. Тийкарғы кемшиликлери қурамалы металлоконструкция хәм вакумлы қатты денели фотосезгирлик әсбаплары қатты денедеге оптик сигналды электрликке өзгертеди. Қатты сезгирликтеги әсбаплардың еки

топары бар. Нурланыўдың квантлық хэм жыллылық приемниклери. Квантлы фотоприемниклер, ярымөткизгишлерде фотон жутылыўындағы электрлик қасийетлер өзгерисине тийкарланған. Фотон өзиниң энергиясын жоқары жәрежеде электронға өткереди. Фотогенетацияның бул процесси тесик хэм электрон жүритиўшилерди қәлиплестиреди. Оларға фотодиодлар, фоторезисторлар, зарядлы байланыс әсбаплары киреди.

Жыллылық нуры хэм темпиратура жоқарылаўында материалдың электрлик қәсийети өзгерип, бул жағдайда қатты денели жыллылық приобниклери қолланады. БолOMETРИК эффект R материалының T температурасы өзгериси нәтийжесинде радиацион қызыўдағы электрлик қарсылықтың өзгериўи, болOMETРИК эффект материалдың температурасы қарсылығы менен хәрекетленеди.

$$\gamma_{\epsilon} = \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial T}$$

бунда R – температурадағы материал қарсылығы. Бул эффект тийкарында дүзилген приемник, болометр деп аталады. Резистр түриндеги фото қабыллаўшы қурылмаларға микриболометрик матрицалар киреди. Бундай матрица ванадий, кремний хэм германий окислериниң қабығынан исленеди. Қоршаған орталық температурасы тәсирин болдырмаў ушын температураны бир температурада сақлаўшы термоэлектрлик системасы вакумлы корпусқа ийе.[10].

Әсбаплардың екинши түри – пироэлектрлик фотоприемниклер. Олар пироэлектр эффектіндеги кристалл диэлектрлердиң жеңишке қабатынан куралған. Бундай приемниклердеги сезгирли элемент фероэлектрли конденцатор, онда t өзгериўинде оның диэлектрлик турақлылығы да өзгереди, соған бола көлемиде өзгереди. Конденцаторларға берилген кернеўден көлемниң өзгериси заряд өзгерисине алып келеди. Заряд өзгериси температура өзгерисинде жүз бергенликтен, турақлы t ны объектти бақлаў ушын түсиўши нурланыўды модуляциялаў зәрүр. Бул обтюратор арқалы әмелге асырып, кадрлар жийилигинде приемник түсиўши нурланыў ағымы жабады. Диэлектрлик сыпатында тантала ниобат калийи (КТN), титан барий

– стронций хэм тағы басқа керамика түрлери қолланылады. Приоэлектрлик приобник жетискенлиги, бул кең диапазонда теңсалмақлы спектрал сезгирлик (800нм – 25мкм) узақ ўақытқа турақлылығы хэм төмен бақалылығы.

Жыллылық асбапларының үшінши түри термопар (термоэлектрик матрицалар) хэр түрдеги металл ярым өткизгишлердин еки қабаты термопараны пайда етеди. Бир қабаты радиация менен нурланады.Екиншиси нурланыўдан экранласқан. Олар арасында термо ЭДС U пайда болады. Термопара кернеў генераторы болып ЭДС көрсеткиши усы ЭДС тиң температурасы бойынша $\gamma_T = \partial U / \partial T$ пропорционал. Термоэлементлерди избе – из қосыўда сезгирлик жалғанған элементлер санына пропорционал өседи. Температура стабилизаторы зэрүр емес. Термопаралар алюминий хэм поликристалл кремнийлердин бириниң астына бири жайласқан қабаты. Термоэлементлер сызықлы рабочий характерине ийе болып, обтюрацияны талап етпейди, термостабилизациясыз ислеп, азықландырыў дерегин де талап етпейди.

§2 Көринислердің математикалық моделлери

Үзликсиз көринислер моделлери.

Көринислерди компьютерде ислеп шығыу үзликсиз формада көринис сигналын цифрлы формаға өзгертиуде пайда болады. Ислеп шығыу эффективлиги көринисти көрсеткиш моделинің адекватлылығына, алгоритмлик ислеуине байланыс. Бунда көринис сигналына байланыс каналының қабыллау системасының узатыушының тасирин есапка алыу зәрүр.

Көринис модели функциялар системасында көрсетилип, олар көринис характеристикасын көрсетеди: Жақтылық функциясын көринис тегислигинде жақтылық өзгерисин, кеңислик спектрин, көринистің спектраль интенсивлигин, автокорреляция функциясын Көринис каналы оптик системалардан, оптик электрлик өзгертиуінде цифрлы өзгертиуши курылмасын, көринис сигналын цифрлы ислеп шығыудан ибарат. Улыума жағдайда үзликсиз көринис бес аргумент функциясында бериледи. Үш кеңисликли координата, уақыт хәм электромагнитли нурланыудың толқын узынлығынан. Кеңислик уақыт сигналын базы толқын диапазонында кеңейтиу модели $f(x, y, z, t, \lambda)$ моделлерди кеңисликли уақыт сигналына алып келеди. $f(x, y, z, t,)$ кеңислик сигналына $f(x, y, z,)$ уақыт сигналына $f(t)$ бунда x, y, z - кеңислик координаталары, t - уақыт λ электромагнитли нурланыудың толқын узынлығы.

Көринислерди кеңислик спектри

Көринислерди ислеп шығыуда көринислер спектринің анализи қолланылады. Көринис спектрди Фурье функциясының еки өлшемли тууры өзгериси арқалы алады[12]

$$F(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \exp(-i(\omega_x x, \omega_y y)) dx dy \quad (2.1)$$

бунда ω_x, ω_y - кеңислик жийилиги; $i = \sqrt{-1}$ ойдағы бирлик.

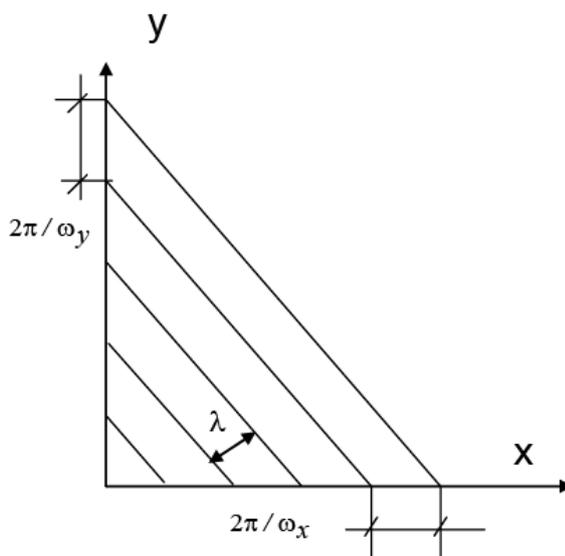
$\exp(-i(\omega_x x, \omega_y y))$ функциясы кеңілік жийилигінің фиксерленген көрсеткішінде (x, y) көрінісін тегісліктегі толқын ұзындығын көрсетеді.

(2.1 сүўретке сәйкес)

(2.1) формуласы - $F(\omega_x, \omega_y)$ көрініс спектрінде комплексін функция жийилигінде $f(x, y)$ көрініс жақтылығын көрсетіуші функция

$$F(\omega_x, \omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \cos(\omega_x x, \omega_y y) dx dy + i \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (-f(x, y)) \sin(\omega_x x, \omega_y y) dx dy = \text{Re}(\omega_x, \omega_y) + i \text{Im}(\omega_x, \omega_y) \quad (2.2)$$

бунда $\text{Re}(\omega_x, \omega_y)$ - спектрдің реал бөлеги. $\text{Im}(\omega_x, \omega_y)$ спектрдің ойдағы бөлеги.



2.1 – сүўрет Көринистің кеңілік жийилигін анықлау.

Спектр амплитудасы менен анықланады.

$$F(\omega_x, \omega_y) = \sqrt{\text{Re}(\omega_x, \omega_y)^2 + \text{Im}(\omega_x, \omega_y)^2} \quad (2.3)$$

$$\varphi(\omega_x, \omega_y) = \text{arctg}(\text{Im}(\omega_x, \omega_y) / \text{Re}(\omega_x, \omega_y))$$

буннан

$$F(\omega_x, \omega_y) = F(\omega_x, \omega_y) \exp(i\varphi(\omega_x, \omega_y)) \quad (2.4)$$

Фурьениң кері өзгеріуі спектри бойынша көринисти қайта тиклеуді тәмийинлейди.

$$f(x, y) = (1/4\pi^2) \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x, \omega_y) \exp(i(\omega_x x + \omega_y y)) d\omega_x d\omega_y. \quad (2.5)$$

Көринислердің спектраль интенсивлиги

Көринислердің спектраль интенсивлиги, кеңілік жийилигинде энергияның таралуын характерлейди.

$$S(\omega_x, \omega_y) = \text{Re}(\omega_x, \omega_y)^2 + \text{Im}(\omega_x, \omega_y)^2 = F^2(\omega_x, \omega_y). \quad (2.6)$$

Оның аталуы үшін спектраль тығызлық хәм энергетик спектр терминлери қолланылады. Көринис энергиясы кеңілік жийилигинде энергетик спектр интегралы сыпатында анықланады. Парсевал теоремасына сәйкес көринис энергиясы(2.7) формуласына сәйкес есапланады.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f^2(x, y) dx dy = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |F(\omega_x, \omega_y)|^2 d\omega_x d\omega_y. \quad (2.7)$$

Автокорреляция функцияларының хәм көринислердің итималлық моделлери

Көринислердің итималлық моделлери көринислерди көрсетиу үшін қолланылады. Бундай жағдайда көринис (x, y) кеңілік координатасының тосыннанлы функциясы хәм t уақыт сыпатында қаралады. Тосыннанлы процесс математикалық күтилиудің турақлы шамасына хәм дисперсияға ийе болса стационарлы кең мәнисти береді, ал оның автокорреляцион функциясы ауысуы жағдайларына байланысly. Тосыннанлы процесс тар мәнисте стационар болады. Егер оның n - өлшемлі итималлықтың таралуы

тығызлығы аўысыўға инвариант болса бундай жағдайда ассиметрия хэм эксцесс ўақытқа хэм моментке байланыслы емес. Тосыннанлы процесс базы бир фиксацияланған $tr(x,y)$ ўақыт momenti ушын кеңислик координатасы бойынша көринис жақтылық итималлық таралыў тығызлығы менен көрсетиледи.

Анықламаға сәйкес кең мәнистеги стационар процесстиң орташа шамасы математикалық күтилиўи

$$Mf = \xi = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) p(x, y) dx dy = \text{const.} \quad (2.8)$$

Дисперсия

$$Df = \sigma^2 = E(f(x, y) - \xi)^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} (f(x, y) - \xi)^2 p(x, y) dx dy = \text{const.} \quad (2.9)$$

Автокорреляция функциясы (2.10) формуласына сәйкес есапланады.

$$R(\tau_x, \tau_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) f(x - \tau_x, y - \tau_y) dx dy, \quad (2.10)$$

бунда τ_x, τ_y координатаның сәйкес көшери бойынша көринис аўысыўын береді

f хақыйқый функциясы ушын автокорреляцион функция хақыйқый хэм анық болады

§3 Рең объектти қабыллаудың әхмийетли характеристикасы

Рең бойынша характеристикалар сыпатында объекттиң көринисин бериўши курамы мағлыўматларды өз ишине алады. Спектраль диапазонның хәр қыйлы участкаларында объектти жеткере билиў өзгешелиги объект ҳаққындағы биологиялық мағлыўматты алыўды тәмийинлейди себеби рең бойынша мысалы: өсимликтің писип жетилисиўин аўыл хожалық өнімлериниң толық өсиўи ҳәм тағы басқа.

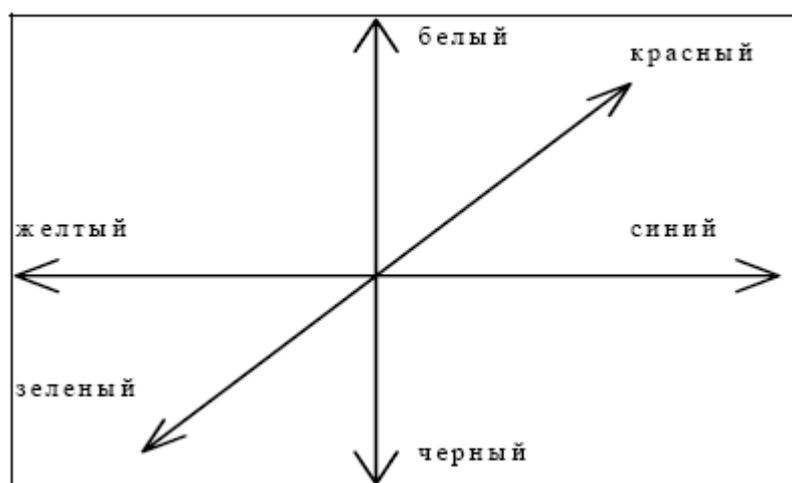
Реңди көриў теориясы ҳазирги күнде де жаўажланыў барысында. Мәселе сонда көплеген моделлер реңди көриўди белгилеп бергени менен олар психофизик ҳәм физиологиялық аспекте реңди көриўдеги белгиленген фактлерге толық жуўап бере алмайды. Реңди көриўдиң үш реңли классик моделинде, реңди аңлаўдың үш компоненти бар екенлиги болжанып, олар аддитив тийкарғы реңлерге киреди: ол қызыл (R), жасыл (G), көк(B). Тийкарғы реңлердиң түрлери көп, бирақ бирикпели реңлердиң максимал диапазонын алыў ушын RGB жыйындысын пайдаланыў зәрүр. Тийкарғы реңлерди таңлаўдың ең баслы шәрти содан ибарат, яғный олардан екеўин араластырғанымызда үшінши реңди алмасыўымыз керек.

Юнгтиң тастыйықлаўынша, реңлердиң үш компонентлиги жақтылық теориясының тийкарғы болмағанлықтан, онда рең көздиң қәсийети. Көз хәр бир реңди бөлек анализлейди ҳәм олар ҳаққындағы сигналды үш түрдеги нерв талшықлары арқалы мийге жеткереді: бир түри Rсигналын узатады, екиншиси G үшіншиси B.

1852 жылы бул теорияға немец физиги ҳәм физиологы Герман фон Гельмгольц ҳәм шадланд физиги Джеймс Клерк Максвелл қызық баслады. Гельмгольц BG араласпасында 500 нм толқын узынлығында көк – жасыл рең үйлесигин алыўда, оны үш тийкарғы реңниң аддитив қосылыўы арқалы алыў мүмкин емеслигинайтып өтті. Араласпа ақшыл ҳәм спектраль реңге салыстырғанда азырақ тойғын. 10 жылдан соң Гельмгольц тәжирийбе нәтийжелерин тийкарғы үш механизм тийкарында түсиндириў мүмкин екенлигин аңлады, себеби олар кең диапазон аралығында спектрал сезги

рликке ийе. Максвелл бириншилерден болып реңди өлшеу методын ислеп шығыу менен шуғылланды. Ол реңди үшмүйешлигинен пайдаланып, Юнгтиң тийкарғы RGB реңлерин теңдей тәртипте үшмүйешлик шыңларына орналастырды. RGB диң кәлеген араласпасының нәтийжесиүш массаның тартылыу орайына жайласады. Еки реңниң аддитив араласпасының нәтийжесиорайда жайласады сонлықтан тууры сызык аркалы бул реңлерди бирлестиреди. Орайға умтылыудың бул нызамы барлық тегис рең диаграммаларының қәсийети. Адам кеминде, төрт түрдеги реңди сезиуде ажырата алады: қызыл, сары, жасыл, көк реңлер. Егер оларға ақ реңди қоссақ, онда бесинши рең болады.

1970 жылы немец физиологи Эвальд Геринг реңди көриудиң оппонент теориясын ислеп шықты. Ол бес түрдеги психологиялық сезиудиң бар екенлигин хәм олар қарама – қарсы жұплықта хәрекетлениуи деп көрсетти. Жұплықта қызыл хәм жасыл, сары хәм көк бул реңлер қарама – қарсы болып бир – бири менен араласпайды.

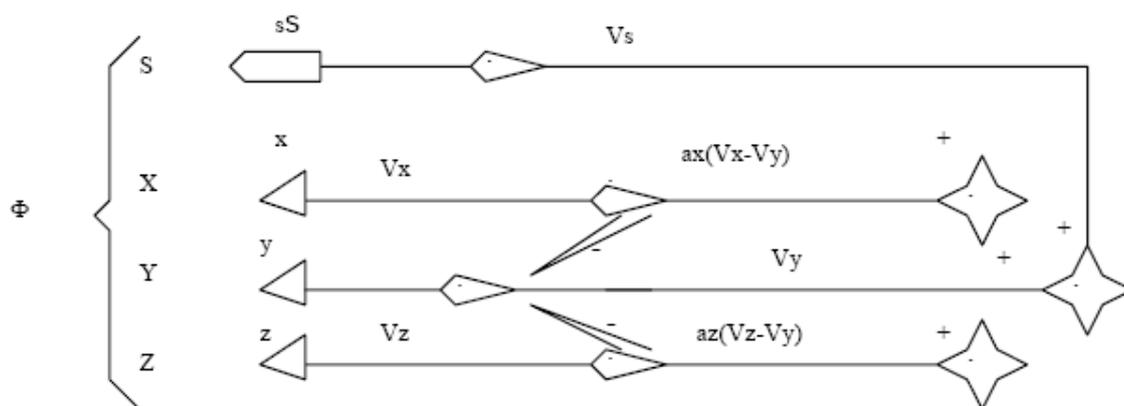


3.1 сүүрет Герингтиң оппонент теориясына қарама – қарсы реңлер көшери.

Герингтен соң 1953 жылы Томсон хәм Райтлар қызыл, көк, жасыл спектр диапазонында спектраль сезгирлик болатуғынлығын жәриялайды. 1964 жылы

Америка илимпазларының екигруппасы (Маркс, Добелл, Мак – Никол балық, маймыл хәм Адам сетчаткаларына Браун хәм Уолдлар Адам сетчаткасын) тәжирийбесинде спектрдин хәр әйлы бөлегинде реңди журыўдың үш түрли колбочегиниң бар екенлигин анықлады. Соңғы мағлыўматларға карағанда рецепторлық дәрежеде жақтылық үш түрли колбочек пенен регистрленеди хәм бул рецепторлар спектордың R,G,B бөлеклерине сезгирлиги күшли. Бирақ олардан келетуғын мағлыўмат импульс разрьядка өзгерип хәм мийға узатылмастан ақ сетчаткада кодланады. Кодланған мағлыўмат колбочеклардан жақтылықтың сигнал түринде хәм хәр бир еки реңниң таралған түринде көриўин тәмийинлейди. Соңынан екинши жуплық сигналы өз алдына бөлек болған таяқша системасынан қосылады Мий жақтылықты хәм хәр қыйлы реңли сигналдың кодланған мағлыўматын қабыллайды. Адамстың теориясына сәйкес болған реңли көриў механизми усындай. Реңли телевидениениң системасын дүзиў концепциясы турақлы жақтылық принци тийкарында Адамстың зона теориясы менен сәйкесленеди.

Реңниң үш компонентин теориясында тийкарғы реңлер курамын, реңниң шама муғдары ушын усынылған координата системаларының санлы шамасы менен алынады. Реңли көринислерди анализлеў методлары реңли координата кеңислигине байланыслыболады.[18]



3.2 сүүрет Адамстың зона теориясына сәйкес реңди көриў механизми.

RGB реңли модели

RGB реңли координата кеңислигинде қәлеген рең қызыл, жасыл, көк реңлер суммасы (араласпасы) ретинде алынады. Егер бул кеңисликти куб

түрінде көрсетсек, компоненттер құрамынан дүзілген кубтың тийкарғы диагоналында сур реңлер жайласады. Соның менен бирге RGB диң үш стимулына көзден сезгирлиги хәм реакциясы хәққында мағлыұмат көлеми топланады хәм бундай реңли кеңислик аппаратлы ориентирленген болады. Реңли электрон – нурлы трубкалар хәм суйықлық кристаллыдисплейлер реңли көринисти усы үш компоненттиң аддитив араласпасына тийкарланып көрсетеди.

ҮCrCb рең модели

Бул кеңисликте Y компоненти тек пикселлер жақтылығы хәққында мағлыұматты өз ишине алады, ал Cr хәм Cb компонентлери рең хәм тойғынлық мағлыұматларынан қуралады. Себеби көриу органлары предмет реңине сезгирлиги, оның жарықлығына қарағанда төменирек, бундай кеңислик жақтылық компонентин реңлилик компонентине қарағанда үлкен шешимде компонентли сигналды анықлау халық – аралық стандарт теңлемесинен R,G,B тийкарғы реңлер сигналы арқалы бериледи.[19]

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B. & (3.1) \\
 (R - Y) &= R - 0,299 R - 0,587 G - 0,114 B = 0,701 R - 0,587 G - 0,114 B. \\
 (B - Y) &= B - 0,299 R - 0,587 G - 0,114 B = -0,299 R - 0,587 G + 0,886 B.
 \end{aligned}$$

Бунда R,G,B – кинескоп экранында сапасын тәмийинлеу мақсетинде гамма – коррекция тийкарғы реңлердиң дәслепки сигналлары. Егер сигнал көрсеткишлерин бирликке келтирсек (сигналдың максимал дәрежеси 1В) онда қызыл, қара, тийкарғы хәм қосымша тойғын реңлер көрсеткишин аламыз. 3.1 таблицада келтирилген.

Таблица 3.1.

Цвет	R	G	B	Y	$Cr=R-Y$	$Cb= B-Y$
Белый	1,0	1,0	1,0	1,0	0	0
Черный	0	0	0	0	0	0
Красный	1,0	0	0	0,299	0,701	-0,299
Зеленый	0	1,0	0	0,587	-0,587	-0,587
Синий	0	0	1,0	0,114	-0,114	0,886
Желтый	1,0	1,0	0	0,886	0,114	-0,886
Голубой	0	1,0	1,0	0,701	-0,701	0,299
Пурпурный	1,0	0	1,0	0,413	0,587	0,587

Үсигналының шамасы 0 ден 1 ге шекемги аралықта жайласады, Cr үшін реңнің өзгеріуі шамасы -0,701 ден 0,701 ге шекем ал Cb үшін -0,886 дан 0,886 ға шекем рең сигналының өзгеріуі диапазонын бирлікке киритіуі нормалаушы коэффициентлерди киритіуі арқалы ерисиледи

$$Cr = 0,5/0,701=0,713, Cb=0,5/0,866=0,564$$

Жақтылық сигналы менен нормалластырылған реңлилик сигналлар тийкарғы реңлер сигналлары менен төмендегише матрицалық тәртіпте байланысқан.

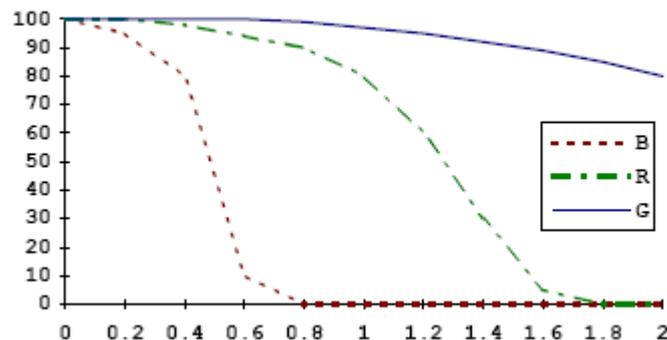
$$\begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ 0,5 & -0,41869 & 0,08131 \\ -0,168874 & -0,33126 & 0,5 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}. \quad (3.2)$$

R, G, B реңли координата кеңислигинен $YCrCb$ кеңислигине аўысыу халық аралық телекоммуникациялық саюзының BT601 идентификаторына ITU – T сәйкес белгиленеди.

Компонентли сигналдың анықламасы R, G, B тийкарғы реңлер сигналлары арқалы бериледи. Компонентлердің 8 – разрядлы көринисиндеги шамасы Y үшін $[0,255]$, ал Cr хәм Cb үшін $[-128,127]$ Түрли реңли сигналларды $[-128,127]$ диапазонына өткергеннен соң тийкарғы реңлер матрицасына ийе боламыз.

$$\begin{bmatrix} \hat{R} \\ \hat{G} \\ \hat{B} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1,402 & 0 \\ 1 & -0,714 & -0,344 \\ 1 & 0 & 1,772 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Y \\ Cr \\ Cb \end{bmatrix}. \quad (3.3)$$

Бул кеңілік PAL хәм SECAM ТВ системаларында хәрәкәтсиз көринислер менен видео кодластырыўда қолланылады. Сигналлардың пайда болыўында түрли реңли сигнал артықшалығын қысқартыў қолланылады. Бул принцип адамның көринистің майда деталларын айыра билиўи ямаса айыра алмаслығына тийкарланған. Тәжірийбеде сыналған бақлаўларда, $L=4,5h$ көрсеткішли реңли телевизор экранда бунда h – экран бийиклиги бақлаўшы майда көк деталларды сезбейди, ал усы деталлардың $>0,5 - 0,6$ МГц кеңілік жийилигинде реңли деталларды, $> 1,3 - 1,5$ МГц жийиликте қызыл реңдеги деталларды сезбейди.



3.3 сүүрет Рең тойғынлығының детал өлшеміне хәм олар реңине байланыслылығының графиги.

Адамның көріўиниң бундай өзгешелигинде реңли телевидениениң цифрлы системасы хәм оған уқсас системалар дүзиледи, бунда жақтылық сигналының дискретизация жийилиги хәр бир каналлар дискретизация жийилигинен еки есеге артады.[20]

YIQ рең модели

Бул модель реңли телевидениеде қолланылып, реңли сызықлы график пенен тығыз байланыса отырып, ақ – қара реңли телевидение менен сәйкеслікті тәмийинлеуіши ретінде RGB реңлериниң кодластырылуы вариантын ұсынады. Бул кеңіслік АҚШтың NTSC системасының Y координата МКО – ның коллометрикалық системасының Y координатасы менен сәйкесленеді. (МКО - (Международная комиссия по освещению – *Comission Internationale de l'Eclairage, CIE*). I компоненти тонды, ал Q компоненти тойғынлықты көрсетеді. RGB моделиниң YIQ моделине өзгерісі төмендегіше теңлемеге сәйкес орынланады.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ 0,596 & -0,275 & -0,321 \\ 0,212 & -0,523 & 0,311 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}. \quad (3.4)$$

Сәйкес кері өзгеріс төмендегіше орынланады

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0,956 & 0,620 \\ 1 & -0,272 & -0,647 \\ 1 & -1,108 & 1,705 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}. \quad (3.5)$$

L*a*b МКО 1976 рең модели

Бул координата системасы 1905 жылы сүўретши Максвелл тәрәпинен іслеп шығылып, ол реңлердиң реңлер системасы сәйкеслігиндегі анық көринісін тәмийинлейді.

Бул система RGB системасының XYZ МКО 1931 реңли координата системасына өзгеріуі нәтижесінде, төмендегіше теңлік сәйкеслігинде алынады.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,769 & 1,7518 & 1,13 \\ 1 & 4,5907 & 0,0601 \\ 0 & 0,0565 & 5,5943 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}.$$

Компоненттердің коэффициенттері суммасы 5,651 ге тең. Өлшемді есепке ала отырып өзгерісті төмендегіше система сәйкеслігінде орынлау зәрүр.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,49 & 0,31 & 0,1999646 \\ 0,17695983 & 0,81242258 & 0,0106175 \\ 0 & 0,01008 & 0,989913 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}. \quad (3.6)$$

Соңынан XYZ системасының (3,7) теңлемеге сәйкес, L*a*b системасына өзгеріуі орынланады. L* координатасы реңнің жарықтығын анықлайды, a* - қызыл хәм жасыл реңдер қатнасы, b* - көк хәм жасыл реңнің қатнасы.

$$L^* = \begin{cases} 116(Y/Y_0)^{1/3} - 16, & Y/Y_0 > 0,008856 \\ 903,3Y/Y_0, & Y/Y_0 > 0,008856 \end{cases} \quad (3.7)$$

$$a^* = 250 \left(f \left((X/X_0)^{1/3} \right) - f \left((Y/Y_0)^{1/3} \right) \right)$$

$$b^* = 100 \left(f \left((Y/Y_0)^{1/3} \right) - f \left((Z/Z_0)^{1/3} \right) \right),$$

Бунда

$$f \left(t^{1/3} \right) = \begin{cases} t^{1/3} & , \\ 7,787t + 16/116 & , \end{cases} \quad t > 0,008856,$$

$X_0 Y_0 Z_0$ – XYZ системасында таяныш ақ рең координатасы.

L*H° C* рең модели

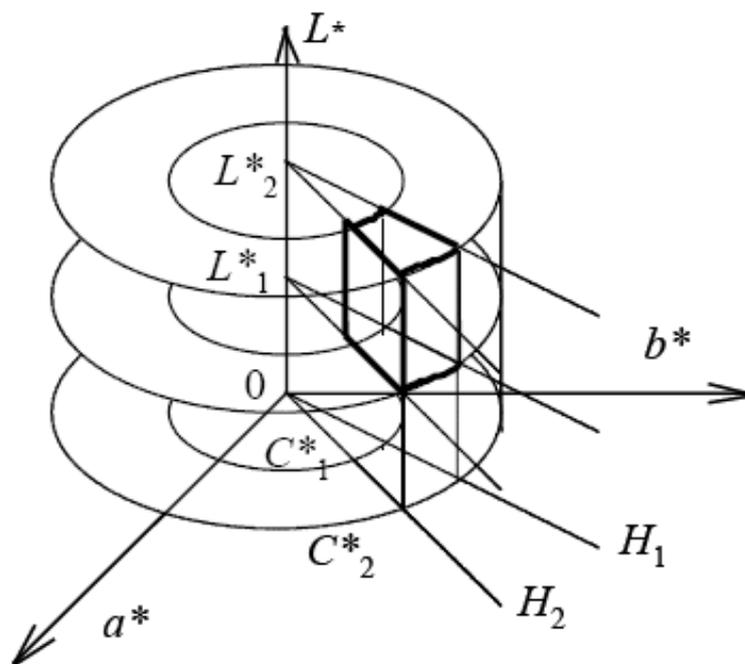
Булл көринистің цилиндрлік координатасы Манселлдің эмтирик системасына сәйкеслене отырып, реңлі көриудің физиологиялық модели менен де сәйкелленеди. Бул координаталар психометрик жақтылық, тон хәм тойғынлық сыпатында белгили болғанлықтан төмендегіше формула менен бериледи.

$$L^* = L^*$$

$$H^\circ = \arctg(b^*/a^*)$$

$$C^* = [(a^{*2} + b^{*2})]^{1/2}. \quad (3.8)$$

Бундағы айланалы цилиндрлик сегмент элемент болып табылады. Ол 3.4 сүүретинде көрсетилген. Элементар көлем бети жарықлық өзгерис хэм реңлилик диапазоны сәйкеслигинде кәлиплеседи.



3.4 сүүрет $L^*a^*b^*$ реңли координата кеңислигиндеги элемент.

HIS рең модели

$$I = \frac{R + G + B}{3}. \quad (3.9)$$

$$S = 1 - \frac{3 \min(R, G, B)}{R + G + B}. \quad (3.10)$$

$$H = \begin{cases} (G - B) / [3(R + G - 2B)], & \text{если } B = \min(R, G, B) \\ (B - R) / [3(G + B - 2R)] + 1/3, & \text{если } R = \min(R, G, B) \\ (R - G) / [3(R + B - 2G)] + 2/3, & \text{если } G = \min(R, G, B) \end{cases} \quad (3.11)$$

HIS реңли координата кеңислигиниң RGB кеңислигине кери өзгерисин орынлаймыз хэм төмендегиге ийе боламыз.

Егер $H \leq 1/3$ болса, онда

$$\begin{cases} B = (1 - S)I \\ G = 9SIH + B ; \\ R = 3I - (G + B) \end{cases} \quad (3.12)$$

Егер $1/3 < H \leq 2/3$

$$\begin{cases} R = (1 - S)I \\ B = 9SI(H - 1/3) + R ; \\ G = 3I - (R + B) \end{cases} \quad (3.13)$$

Егер $H > 2/3$

$$\begin{cases} G = (1 - S)I \\ R = 9SI(H - 2/3) + G . \\ B = 3I - (R + G) \end{cases} \quad (3.14)$$

HLS рең модели

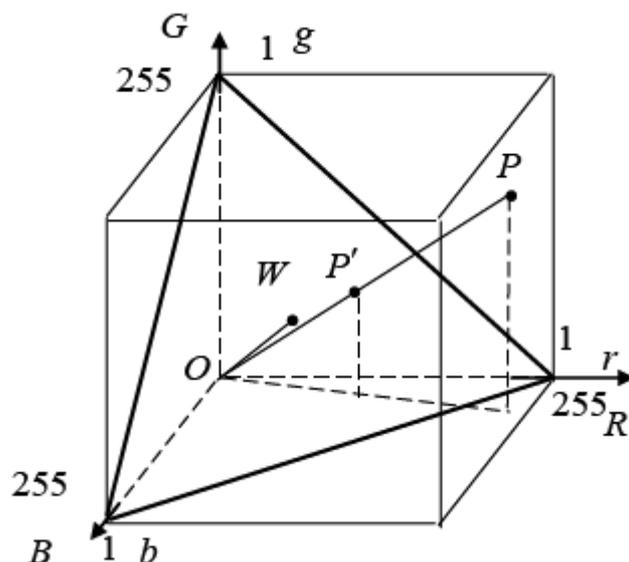
Бул түрдегі реңди координаталар Тененбаум тәрепинен киритилген хәм сахналар анализинде кеңнен қолланылады.[22]

Тон хәм тойғынлық мәшерленген тристимул шамасы ретинде белгиленип rgb координатасы арқалы анықланады.

$$r = \frac{R}{R + G + B}; \quad g = \frac{G}{R + G + B}; \quad b = \frac{B}{R + G + B}. \quad (3.15)$$

3.5 хәм 3.6 сүретлеринде көрсетилген $r+g+b=1$ локусы Максвелл үшмүйешлигинде анықлайды. 3.5 сүретте төмендеги белгилер келтирилген: Н – реңди элемент, W – сур рең, $r=g=b=1/3$; Р – ОР ның үшмүйешлилик тегислиги менен кесилиси.

ОР векторының максвелл үшмүйешлик тегислиги менен кесилисиўи 3.16 әмелге сәйкес тон хәм тойғынлықты анықлайды.



3.5 сүүрет RGB реңли координаталы кеңислик.

$$H = \phi \quad (0 \leq \phi \leq 2\pi); \quad (3.16 \text{ а})$$

$$S = WP' / WA \quad (0 \leq S \leq 1). \quad (3.16 \text{ б})$$

L жақтылығы 3.4 сүүреттеги OP векторы узынлығына пропорционал хэм 3.17 теңлемесине сәйкес анықланады.

$$L = (R + G + B) / 3. \quad (3.17)$$

Нейтрал точка ямаса сур рең ноқаты, R, G, B компонентлерине тең болған W точкасында бериледи. Бул точкаға салыстырмалы тәризде H хэм S координаталары анықланады (3.6 сүүретке сәйкес).

HLS кеңислигинен RGB кеңислигине кері өзгеріу формуласын алыу үшін тууры өзгеріуді орынлаймыз.

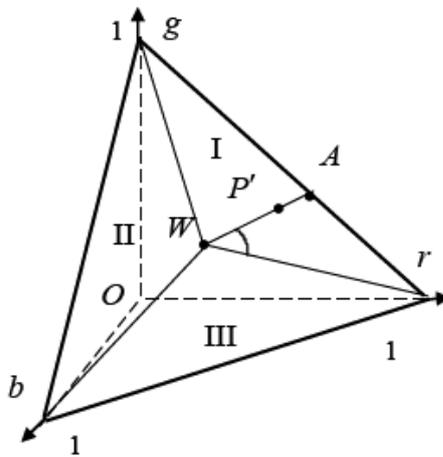
Максвелл үшмүйешлиги (1,0,0), (0,1,0), (0,0,1) координаталардағы үш точка менен бетиледи хэм бул хәрекет rgb координата системасында әмелге асырады. Усы точкалар арқалы өтиуши тегислик теңлемеси, кесинди кеңислигиниң теңлемесине сәйкес төмендегише көринисте бериледи:

$$\frac{r}{1} + \frac{g}{1} + \frac{b}{1} = 1, \quad (3.18)$$

буннан $r + g + b = 1$.

W точкисы Максвелл үшмүйешлигинің тартылыў орайы хэм $(1/3, 1/3, 1/3)$ координатаға ийе. OW хэм Максвелл үшмүйешлигинің тегислиги арасындағы мүйеши 90° ға тең.

$$\arcsin\left(\frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}}{\sqrt{3}\sqrt{\frac{1}{9} + \frac{1}{9} + \frac{1}{9}}}\right) = \arcsin(1) = \frac{\pi}{2}, \quad (3.19)$$



3.6 - сүүрет HLS теңли координаталы кеңислик, ал OW векторының модули төмендегише мәнисте анықланады.

$$|OW| = \sqrt{1/9 + 1/9 + 1/9} = \sqrt{3}/3. \quad (3.20)$$

Мейли P' точкисы (r_1, g_1, b_1) координаталарына ийе, сонда туўры OP теңлемеси төмендегише көринисте[23].

$$\frac{r - r_0}{r_P - r_0} = \frac{g - g_0}{g_P - g_0} = \frac{b - b_0}{b_P - b_0},$$

$$r/r_1 = g/g_1 = b/b_1. \quad (3.21)$$

Буннан туўры OP бағдарлаў векторы (r_1, g_1, b_1) координаталарына ийе. Солай етен туўры OP менен Максвелл үшмүйешлигинің тегислиги арасындағы мүйешти анықлаймыз.

$$\begin{cases} r + g + b - 1 = 0 \\ r/r_1 = g/g_1 = b/b_1 \end{cases} \quad (3.22)$$

$$\sin \gamma_3 = \frac{r_1 + g_1 + b_1}{\sqrt{3} \sqrt{r_1^2 + g_1^2 + b_1^2}} = \frac{1}{\sqrt{3} \sqrt{r_1^2 + g_1^2 + b_1^2}}. \quad (3.23)$$

$$WP' = OW \operatorname{ctg} \gamma_3 = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma_3}}{\sin \gamma_3}. \quad (3.24)$$

Туўры gr теңлемеси, бунда $g(0,1,0), r(1,0,0)$ төмендегише көринисте

$$\frac{r}{1} = \frac{g-1}{-1}, \text{ ямаса } r = 1-g. \quad (3.25)$$

P' точкасының координатасы, Максвелл үшмүйешлиги тегислигинин кесилисиў точкасы координатасы хәм туўры OP арқалы анықланады.

$$\begin{cases} b + r + g - 1 = 0 \\ r/r_1 = g/g_1 \\ r/r_1 = b/b_1 \end{cases}, \quad (3.26)$$

$$(b_1/g_1)g + (r_1/g_1)r + g - 1 = 0, \quad (3.27)$$

$$g = \frac{1}{b_1/g_1 + r_1/g_1 + 1} = \frac{g_1}{b_1 + g_1 + r_1} = g_1, \quad (3.28)$$

$b = b_1, r = r_1$ ге сәйкес яғный P хәм P' точкаларының координаталары сәйкес. Туўры WP теңлемеси $WP' (W(1/3, 1/3, 1/3), P' (b_1, g_1, r_1))$ төмендегише көринисте.

$$\left(r - \frac{1}{3}\right) / \left(r_1 - \frac{1}{3}\right) = \left(g - \frac{1}{3}\right) / \left(g_1 - \frac{1}{3}\right) = \left(b - \frac{1}{3}\right) / \left(b_1 - \frac{1}{3}\right). \quad (3.29)$$

Үш жағдайды көрип өтеміз: бириншиси, P' точкасы RWG үшмүйешлигинин I секторында жайласқанда, $\theta_0 = 0^\circ$ қа тең. Екиншиси, P' точкасы, GWB үшмүйешлигинин II секторында жайласқанда, $\theta_0 = 120^\circ$ қа

тең, үшіншиси, P' точкасы, BWR үшмүйешлигинин III секторында жайласқан, $\theta_0 = 240^\circ$ қа тең.

I секторды көріп өтеміз. A точкасының координатасы WP' хәм GR кесиндисинин кесилисіуі точкасының координатасы ретинде анықланады. GR туўры сызығы төмендегише системада бериледи

$$\begin{cases} b = 0 \\ r = 1 - g \end{cases} \quad (3.30)$$

(3.29) әмелинен $b=0$ болғанда төмендеги жағдайды аламыз.

$$\frac{-\frac{1}{3}}{b_1 - \frac{1}{3}} = \frac{g - \frac{1}{3}}{g_1 - \frac{1}{3}}; g = \frac{b_1 - g_1}{3b_1 - 1} = \frac{b_1 - g_1}{2b_1 - r_1 - g_1}; r = 1 - g = \frac{b_1 - r_1}{2b_1 - r_1 - g_1}. \quad (3.31)$$

(3.31) әмелинен A точкасының координатасы төмендегише көрсеткиште бериледи.

$$\begin{aligned} b_A &= 0 \\ r_A &= (b_1 - r_1) / (2b_1 - r_1 - g_1) \\ g_A &= (b_1 - g_1) / (2b_1 - r_1 - g_1) \end{aligned} \quad (3.32)$$

$$\begin{aligned} |WA| &= \sqrt{\left(-\frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{b_1 - r_1}{2b_1 - r_1 - g_1} - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{b_1 - g_1}{2b_1 - r_1 - g_1} - \frac{1}{3}\right)^2} = \\ &= \frac{\sqrt{(1 - 3b_1)^2 + (1 - 3r_1)^2 + (1 - 3g_1)^2}}{3|2b_1 - r_1 - g_1|}. \end{aligned} \quad (3.33)$$

$$\begin{aligned} |WP'| &= \sqrt{\left(r_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(g_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(b_1 - \frac{1}{3}\right)^2} = \\ &= \frac{1}{3} \sqrt{(3r_1 - 1)^2 + (3g_1 - 1)^2 + (3b_1 - 1)^2}. \end{aligned} \quad (3.34)$$

WP' хәм WA модуль қатнасы сыпатында берилген тойғынлық (3.34) әмелин (3.33) әмелине бөлиуі арқалы есапланады.

$$S = \frac{|WP'|}{|WA|} = |2b_1 - r_1 - g_1| = |3b_1 - 1| = |1 - 3b_1|. \quad (3.35)$$

Тонды аныклай ушын WR хэм WP' арасындағы мүйеш есапланады.

$$\begin{aligned} \cos\phi &= \frac{(r_{P'} - r_W)(r_R - r_W) + (g_{P'} - g_W)(g_R - g_W) + (b_{P'} - b_W)(b_R - b_W)}{|WR| \times |WP'|} \\ &= \frac{\left(r_1 - \frac{1}{3}\right)\left(1 - \frac{1}{3}\right) + \left(g_1 - \frac{1}{3}\right)\left(-\frac{1}{3}\right) + \left(b_1 - \frac{1}{3}\right)\left(-\frac{1}{3}\right)}{\sqrt{\left(r_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(g_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(b_1 - \frac{1}{3}\right)^2} \times \sqrt{\left(\frac{2}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2 + \left(\frac{1}{3}\right)^2}} = \\ &= \frac{2r_1 - g_1 - b_1}{\sqrt{6\left[\left(r_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(g_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(b_1 - \frac{1}{3}\right)^2\right]}}. \end{aligned} \quad (3.36)$$

$\theta_0 = 120^\circ$ шамасындағы екінши сектор ушын есапланады, биринши сектор ушын орынланған әмелге сәйкес, А точкисы WP' хэм GB кесиндисиниң кесилисиў точкисы сыпатында анықланады, ал тон WP' хэм GB кесиндиси арасындағы мүйеш арқалы бериледи, қосыў басланғыш биригиўи $\theta_0 = 120^\circ$ болса, төмендегише мәнисти аламыз.

$$S = |2r_1 - g_1 - b_1|, \quad (3.37)$$

$$\cos\phi = \frac{2g_1 - r_1 - b_1}{\sqrt{6\left[\left(r_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(g_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(b_1 - \frac{1}{3}\right)^2\right]}}. \quad (3.38)$$

$\theta_0 = 240^\circ$ шамасындағы III сектор ушын, I секторға сәйкес есаплаўды әмелге асыра отырып, А точкисы сыпатында анықланады, ал тон басланғыш шамасы $\theta_0 = 240^\circ$ та WP' хэм BR кесиндиси арасындағы мүйеш арқалы берилип төмендеги мәниске ийе боламыз.

$$S = |2g_1 - r_1 - b_1|, \quad (3.39)$$

$$\cos\phi = \frac{2b_1 - r_1 - g_1}{\sqrt{6\left[\left(r_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(g_1 - \frac{1}{3}\right)^2 + \left(b_1 - \frac{1}{3}\right)^2\right]}}. \quad (3.40)$$

(3.35)÷(3.40) қатнасы улыўмаластырып төмендегини жазамыз.

$$H = \theta_0 + \arccos \left[\frac{N}{\sqrt{6 \left[\left(r - \frac{1}{3} \right)^2 + \left(g - \frac{1}{3} \right)^2 + \left(b - \frac{1}{3} \right)^2 \right]}} \right], \quad (3.41)$$

I, II, III секторларға сәйкес шамалар бунда $N = 2r - g - b$, $2g - b - r$, $2b - r - g$ и $\theta_0 = 0^\circ, 120^\circ, 240^\circ$
 $S = 1 - 3\min(r, g, b)$. (3.42)

Кери өзгеристи, туўры өзгерис сыяқлы ҳәр бир сектор ушын бөлек орынлаймыз.

$\theta_0 = 0^\circ$ лық шамада I сектордағы дәслепки мағлыўматлар (3.43) системасы менен көрсетилген

$$\left\{ \begin{array}{l} H = \arccos \left[\frac{r + g + b = 1}{(3r - 1) / \sqrt{6 \left[\left(r - \frac{1}{3} \right)^2 + \left(g - \frac{1}{3} \right)^2 + \left(b - \frac{1}{3} \right)^2 \right]}} \right] \\ S = |2b - r - g| = |3b - 1| = 1 - 3b \end{array} \right. \quad (3.43)$$

белгилеп аламыз.

$$x = 3r - 1. \quad (3.44)$$

$$b = -\frac{S}{3} + \frac{1}{3},$$

$$g = 1 - r - b = \frac{2}{3} - r + \frac{S}{3}. \quad (3.45)$$

Отсюда $3g - 1 = S - x$, $3b - 1 = -S$.

$$\cos \phi = x / \sqrt{\frac{6}{9} (x^2 + (S - x)^2 + S^2)}. \quad (3.46)$$

(3.46) теңлемесиниң оң хәм шеп тәрәпин квадратқа келтирсек, төмендегиге ийе боламыз.

$$\frac{4}{3} \cos^2 \phi (x^2 + S^2 - Sx) = x^2. \quad (3.47)$$

$$x_{1,2} = 2S \frac{\cos^2 \phi \pm \sqrt{3} |\cos \phi| \sin \phi}{\cos^2 \phi - 3 \sin^2 \phi}. \quad (3.48)$$

$\phi \in \left[0, \frac{\pi}{2} \right]$ шамасында (3.48) әмелинен төмендегиге ийе боламыз.

$$x_1 = S \frac{\cos\phi}{\cos\phi + \cos(120^\circ - \phi)} = S \frac{\cos\phi}{\cos(60^\circ - \phi)}, \quad (3.49 \text{ а})$$

$$x_2 = -S \frac{\cos\phi}{\cos(120^\circ - \phi)}. \quad (3.49 \text{ б})$$

x – тиң тап усындай жуп мәнисине ийе боламыз, егер косинустың кері $\phi \in \left[\frac{\pi}{2}, \frac{2\pi}{3} \right]$ шама жағдайындағы модулин анықлағанымызда бунда x_1 хәм x_2 орын алмасады. Сонлықтан (3.49б) шәрти менен берилген теңлеме функцияның өзгериў областы мәселениң геометриялық талабын қанаатландырмағанлықтан, бул түбир жанапай деп есапланады. Сонлықтан x_1 түбири шешим болады.

(3.44) әмелинен алынған (3.49а) әмелине сәйкес r ушын мәнис төмендегише

$$r = \frac{1}{3} + \frac{S \cos\phi}{3[\cos(60^\circ - \phi)]}. \quad (3.50)$$

(3.45) әмелинен алынған (3.49а) әмелине сәйкес g ушын мәнис төмендегише

$$g = \frac{1+S}{3} - \frac{S \cos\phi}{3[\cos(60^\circ - \phi)]}. \quad (3.51)$$

$\theta_0 = 120^\circ$; шамадан II сектор ушын хәм $\theta_0 = 240^\circ$; шамадағы III сектор ушын сәйкес есаплаўларды орынлап, алынған шешимлерди бирлестирип, HLS кеңислигинен RGB кеңислигине кері өзгериўши теңлемесине ийе боламыз.

$$R=3Lr; G=3Lg; B=3Lb. \quad (3.53)$$

RGB кеңислигиниң HLS кеңислигине өзгериўи (3.52) хәм (3.53) теңлемелерине сәйкес орынланады.

$L^*u^*v^*$ МКО 1973 реңли модели

Теңдей контрастлы реңли кеңістіктің бұл модели $L^*a^*b^*$ кеңістігінің u^*v^* рең координаталары бойынша өзгешеленеді. (бұл кеңістіктердегі жақтылық бір – биріне сәйкес). Егер (a^*b^*) МКО (X, Y) тиіс сызықты емес өзгеріушісі болса, онда (u^*v^*) (X, Y) пенен сызықты өзгеріушісі сыпатында байланысқан.

$$\begin{aligned} L^* &= 25(100Y/Y_0)^{1/3} - 16,1 \leq Y \leq 100 \\ u^* &= 13L^*(u' - u'_0) \\ v^* &= 13L^*(v' - v'_0) \end{aligned} \quad (3.54)$$

бунда

$$\begin{aligned} u' &= \frac{4X}{X + 15Y + 3Z}; \quad v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z}; \\ u'_0 &= \frac{4X_0}{X_0 + 15Y_0 + 3Z_0}; \quad v'_0 = \frac{9Y_0}{X_0 + 15Y_0 + 3Z_0}. \end{aligned} \quad (3.55)$$

Өлшемлі векторлы реңли кеңістік

Хәзирги күнде сызықты векторлы кеңістіктерди көрсетіудің жаңа усуллары іслеп шығылған [24][25]. Мүйешти хәм аралықты анықлау мүмкін болмаған аффин кеңістіктен өзгеше болған бұл кеңістік өлшемлі векторлы реңли кеңістік болып табылады. Бұл кеңістік көріу системасы арқалы пайда болып ондағы векторлар модули жарықтық амплитудасына тең. Жақыйқы реңлер өлшемлі векторлы кеңістікте конусты пайда етип, ондағы векторлар жағдайы жарықтық амплитудасы қатнасына байланыссы.

Реңли фотомерияда реңлердің санлымуғдарын көрсетіу үшін тийкарғы көрсеткішлер анықланады: реңнің амплитудасы, рең жарықтығы, тойғынлық хәм рең тоны [26].

Реңли амплитудада көріу системасының сезіу амплитудасының векторлы суммасына тең: $\mathbf{A}_c = \mathbf{A}_r + \mathbf{A}_g + \mathbf{A}_b$ хәм скаляр түрде реңли векторлардың модуллері арқалы белгіленеді.

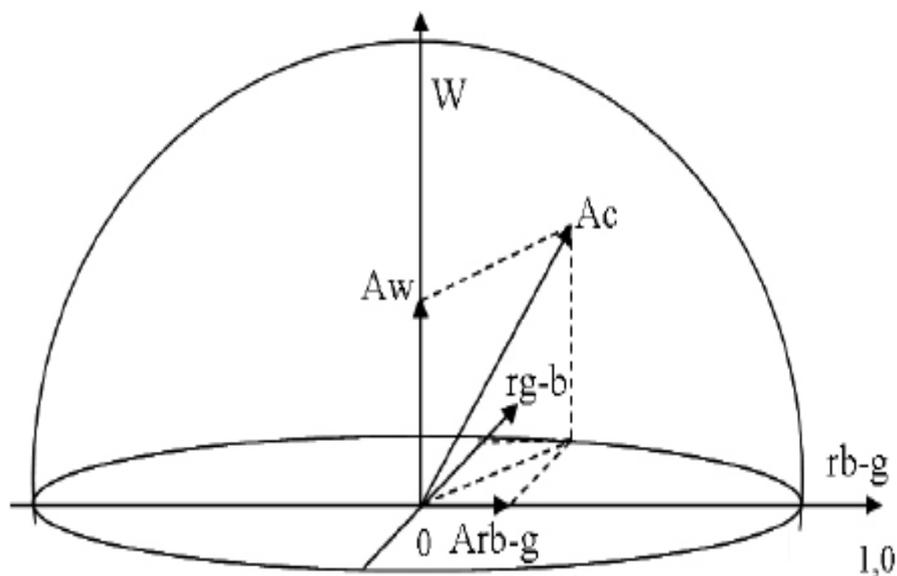
$$A_c = \sqrt{A_r^2 + A_g^2 + A_b^2 + 2A_r A_g \cos \alpha_{rg} + 2A_g A_b \cos \alpha_{gb} + 2A_b A_r \cos \alpha_{br}}, \quad (3.56)$$

бунда $\alpha_{rg}, \alpha_{gb}, \alpha_{br}$ - өлшемлі векторлы кеңістіктегі сәйкес векторлары арасындағы мүйеш (3.7 суретіне сәйкес) $L_c = \bar{A}_c^2$ рең жарықлығы 3.57 теңлемесіне сәйкес L_r, L_g, L_b жарықлықта хәм реңлі амплитудалар арқалы белгіленеді

Теңдей энергетик ақ реңге өлшемлі векторлы реңлі кеңістікте \mathbf{A}_W ақ рең векторы сәйкес келеді. Реңділік тегісliği теңдей энергетик ақ \mathbf{A}_W векторына перпендикуляр.

Өлшемлі векторлы кеңістікте рең тойғынлығы усы рең векторы менен теңдей энергетиктегі ақ реңлі вектор арасындағы мүйештің косинусы менен анықланады.

$$S = \cos \vartheta. \quad (3.58)$$



3.7 – сурет өлшемлі векторлы кеңістікте реңдердің көрінісі

Реңлі тон $\mathbf{A}_{цс}$ реңділік координатасындағы реңлер векторы арасындағы φ мүйеші хәм реңділіктің оппонент сигналы векторының

бирейі арқалы анықланады. Мысалы A_{rb-g} векторы менен. Реңли тонның санлы мәнісі төмендегіше

$$\varphi = (-1)^k \arccos(A_{rb-g}/A_c) + n\pi, \quad (3.59)$$

Бундағы n хәм k турақлылары $rb-g$ хәм $rg-b$ оппонент сигналлар белгисине байналысы.

Реңли телевидениениң турақлы рең жарықлығында дүзилийі реңди узатыўдың фотометрик шараятын сәйкес реңлер көринисиниң қайта тиклениўин жақынластырады, көринислердеги реңли деталлардың анықлығын арттырады, соның ишинде тойғын реңлердеги ақ – кара көринислердиң анық көриниўин жақынластырады. Бундағы тийкарғы мәселе тийкарғы көрсеткишлерди анықлаўда. Колометрияда рең санлы шамада өлшемсиз векторлы кеңисликте, колбочек хәрекеті тийкарыфнда көз реакциясына спектраллық тарқатыўына қарата анықланады. Усынылып атырған өлшемли векторлыкеңислик, реңли көриў каналлары сезиўине тийкарланған реңли фотометрияны анықлаўды тәмийинлейди. Бул кеңислик тең өлшемли болып онда скаляр көбийме анықланған. Реңли фотометрияның тийкарғы нызамы векторлар аддитивлиги. Көрсетилип өтилгениндей, реңди сезиў өлшемли кеңисликтеги векторлар менен белгиленеди. Усынылған моделге сәйкес, реңли фотометрияның тийкарғы көрсеткишлери реңлер реакциясының амплитудасы хәм реңлер векторы арасындағы мүйеш. Гетерохром жарықлық хроматик сезиў амплитудас, ал тоны хәм тойғынлық мүйешлерге байланысы.

§4 Көринислерди цифрлы формада көрсетиу

Көринислерди цифрлы формада қайта ислеуді әмелге асырыу ушын көринислердің үзликсиз сигналын цифрлы массивке өзгертиу зәрүр. Бундай өзгерис еки өзгериу арқалы орынланады. Биринши өзгеристе ҳақыйқый үзликсиз көринистің есабатлар топламын ўақыттың дискрет моментине алмастырыу, бундай өзгериу дискретизация деп аталады. Екиншиси – көринислердің сигнал көрсеткишиниң үзликсиз көплигин квантланған шамалар көплигине өзгертиу, бунда өзгериу квантлау деп аталады.

Көринислер дискретизациясы

Көринислердің кеңислик дискретизациясы кеңислик координатасының дискрет есабатларында үзликсиз функцияның қәлиплесиуин тәмийинлейди. Мейли $f_I(x, y)$ функциясы шексиз өлшемлердің дәслепки үзликсизкөринислерин көрсетеди. Көринислер дискретизациясының идеал системасындағы дәслепки көринистің кеңислик есабатларыусы функцияны решетка түйинлеринде $(\Delta x, \Delta y)$ хәрекетинде берилген, δ - Дирак функциясының шексиз санларынан ибарат болған кеңисликли дискретизациялаушы функциясына көбейтиу арқалы алынады.

$$s(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(x - n\Delta x, y - m\Delta y), \quad (4.1)$$

бунда $m, n \in \mathbb{Z}$, \mathbb{Z} – пүтин санлар көплиги.

4.1 сүўретте $\Delta x, \Delta y$ сайланды хәрекетиндеги $(XY$ - координата тегислигинде) кеңислик областындағы дельта – функциясның шексиз санлар курамы көрсетилген.

Дирактың $\delta(x, y)$ дельта – функциясының көрсеткиши нольге тең емес, тек $(x - n\Delta x) = 0$ и $(y - m\Delta y) = 0$ аргумент көрсеткишинде нольге тең.

Үзликсиз функция менен дельта – функцияның көбеймеси теңдей шамаға ийе.

$$f_I(x, y) \delta(x - n\Delta x, y - m\Delta y) = f_I(n\Delta x, m\Delta y) \delta(x - n\Delta x, y - m\Delta y), \quad (4.2)$$

Ал бул көбеймениң шексиз шекликтеги интеграл есабаттағы функция көрсеткішіне тең

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f_I(n\Delta x, m\Delta y) \delta(x - n\Delta x, y - m\Delta y) dx dy = f_I(n\Delta x, m\Delta y).$$

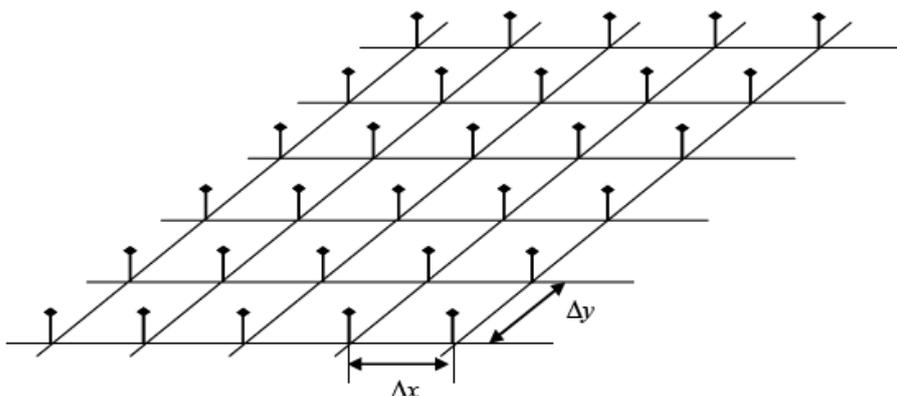
Үзликсиз көринисте кеңілік дискретизация функциясына көбейтеміз (4.1).

$$f(x, y) = f_I(x, y) s(x, y). \quad (4.3)$$

(4.2) әмелине сәйкес мынаған ийе боламыз

$$f(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_I(n\Delta x, m\Delta y) \delta(x - n\Delta x, y - m\Delta y). \quad (4.4)$$

Дискретизацияланған көринис спектрін көріу үшін өзгертіу функциясын қолланамыз.



4.1 – сүүрет Көринистің кеңісликли дискретизация функциясы.

Екі функцияның өзгеріу функциясы, төмендегіше қатнаста анықланады.

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\xi) f_2(x - \xi) d\xi. \quad (4.5)$$

Усы функциядан Фурьениң тууры өзгеріси

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \left(\int_{-\infty}^{\infty} f_1(\xi) f_2(x - \xi) d\xi \right) \exp(-i\omega x) dx.$$

Фубини теоремасы бойынша интегралластыруу тәртібін өзгертеміз[27]

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\xi) f_2(x - \xi) \exp(-i\omega x) d\xi dx.$$

$x - \xi = \eta$ өзгеріуішисиниң алмасыўын орынлаймыз; бунда $dx = d\eta$:

$$\begin{aligned}
 F(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\xi) f_2(\eta) \exp(-i\omega(\xi + \eta)) d\xi d\eta = \\
 &= \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\xi) \exp(-i\omega\xi) d\xi \int_{-\infty}^{\infty} f_2(\eta) \exp(-i\omega\eta) d\eta = F_1(\omega) F_2(\omega).
 \end{aligned} \tag{4.6}$$

(4.6) әмелден сонны айтыў лазым, яғный еки функцияның өзгериси нәтийжесинде алынған функция спектри усы функциялардың спектрлериниң көбиймесине тең (спектрлер көбиймеси элементлер бойынша көбейтиў арқалы есапланады) хәм керисинше, жийилик областындағы спектрлер өзгериси кеңслик областында функцияны көбейтиўге алып келеди.

Исенимли хәм кери тастыйықлаў: кеңслик областында функциялар көбиймеси жийилик областындағы спектрлер өзгерисине алып келеди.

Еки өлшемли жағдай ушын өзгертиў теоремасы қатнасы сәйкес келеди.

$$f_1(x, y) * f_2(x, y) \Leftrightarrow F_1(\omega_x, \omega_y) F_2(\omega_x, \omega_y),$$

$$F_1(\omega_x, \omega_y) * F_2(\omega_x, \omega_y) \Leftrightarrow f_1(x, y) f_2(x, y). \tag{4.7}$$

Өзгертиў теоремасына сәйкес, дискрет көринис спектри көринистиң ўзликсиз функциясының спектрлер өзгерисине хәм дискретизациялаўшы функция спектрине тең.

$$F(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{4\pi^2} F_I(\omega_x, \omega_y) * S(\omega_x, \omega_y). \tag{4.8}$$

$\delta(x - n\Delta x, y - m\Delta y)$ дельта – функциясынан Фурье өзгериси $\delta(\omega_x - n\omega_{xS}, \omega_y - m\omega_{yS})$ тең.

Дискретизациялаўшы функциядан (4.1) Фурье өзгериси

$$S(\omega_x, \omega_y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp(-i(n\Delta x\omega_x + m\Delta y\omega_y)). \tag{4.9}$$

Пуассон теоремасы бойынша [27]

$$\sum_{j=-\infty}^{\infty} \exp(-ij\Delta_x \omega_x) = (2\pi / \Delta x) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(\omega_x - 2\pi n / \Delta x). \quad (4.10)$$

(4.9) әмелинен (4.10) әмелине сәйкес дискретизациялаушы функция спектри төмендегіше

$$S(\omega_x, \omega_y) = (4\pi^2 / (\Delta x \Delta y)) \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(\omega_x - n\omega_{xs}, \omega_y - m\omega_{ys}), \quad (4.11)$$

бунда $\omega_{xs} = 2\pi / \Delta x$, $\omega_{ys} = 2\pi / \Delta y$

Дәслепки үзликсиз көринис спектри кеңіслигі бойынша шекленген деп алайық, соның үшін

$$F_I(\omega_x, \omega_y) = 0 \text{ при } \begin{cases} |\omega_x| > \omega_{xc} \\ |\omega_y| > \omega_{yc} \end{cases}$$

болғанда, (4,8) әмелине сәйкес өзгерісті орындай отырып төмендегін табамыз

$$F(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{\Delta x \Delta y} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F_I(\omega_x - \alpha, \omega_y - \beta) \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(\alpha - n\omega_{xs}, \beta - m\omega_{ys}) d\alpha d\beta.$$

Системаластырыу операциясын хәм интегралластырыу тәртібін өзгерте отырып хәм δ - функциясының тийкарғы қәсіетін есапқа алсақ, дискретизацияланған көринис спектри үшін төмендегі мәніске ийе боламыз.

$$F(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{\Delta x \Delta y} \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_I(\omega_x - n\omega_{xs}, \omega_y - m\omega_{ys}). \quad (4.12)$$

Дискретизацияланған көринис спектри дәслепки көринис спектрін $(2\pi / \Delta x, 2\pi / \Delta y)$ есе көрсеткішке аұыстырыуды шексиз қайталау арқалы алынады.

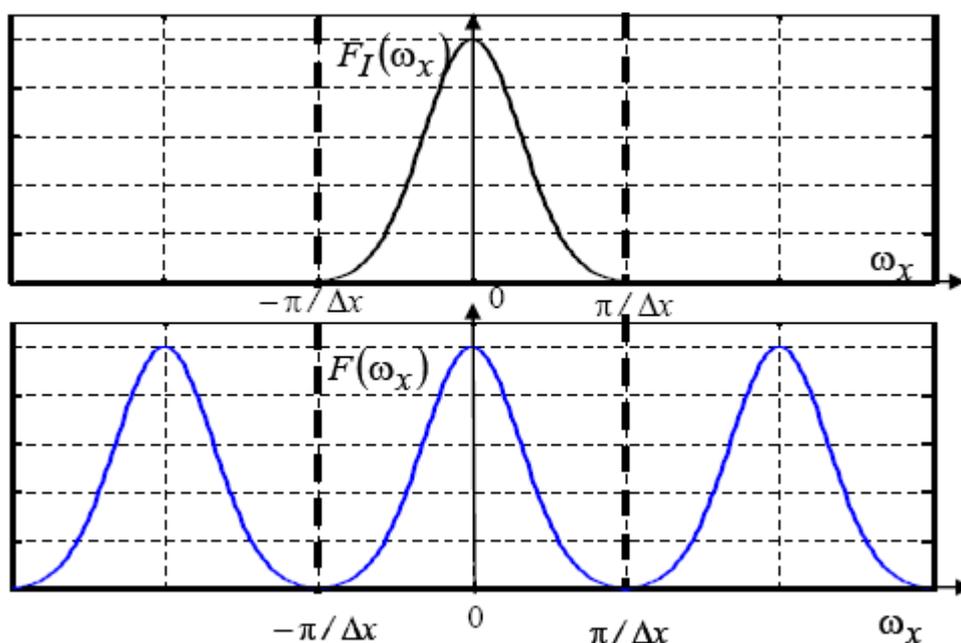
Спектрдің қатар кесими бойынша қайталаныуы 4.3 – сұретінде көрсетілген. Еслетіп өтетуғын тағы бір нәрсе, Δx хәм Δy ең үлкен шамада таңланып, қоңсылас спектрлер бир – бири менен қосылады.

Цифрлы массивтен үзликсиз көринисти алыу үзликсиз көринислерди қайта тиклеу деп аталады.

$f(x,y)$ функциясының есабатларынан, сызықлы кеңілік интерполяциясы ямаса дисретизацияланған көринистің сызықлы кеңілікфильтрациясы арқалы үзликсиз көринистиалыу мүмкін.

Мейли $r(x,y)$ интерполяциялаушы фильтрдің импульсли сесті, ал $R(\omega_x, \omega_y)$ оның жийілік характеристикасы болсын. Қайта тикленген көринис қайта тиклеуші фильтрдің импульсли сестінде есабатлар ізбе – ізлігіннің өндириси сыпатында алынады. Солай етип, қайта тикленген үзликсиз көринис төмендегіше қатнаста бериледи.

$$f_R(x, y) = f(x, y) * r(x, y). \quad (4.13)$$



4.2 – сүүрет а) қатар бойынша спектр өзгерісі үзликсиз сигналлар үшін б) дискретизацияланған сигнал үшін

(4.4) әмелинен $f(x,y)$ қол отырып хәм (4.13) әмелинен қндиристи есаппап, төмендегіге ийе боламыз.

$$f_R(x, y) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} f_I(n\Delta x, m\Delta y) r(x - n\Delta x, y - m\Delta y). \quad (4.14)$$

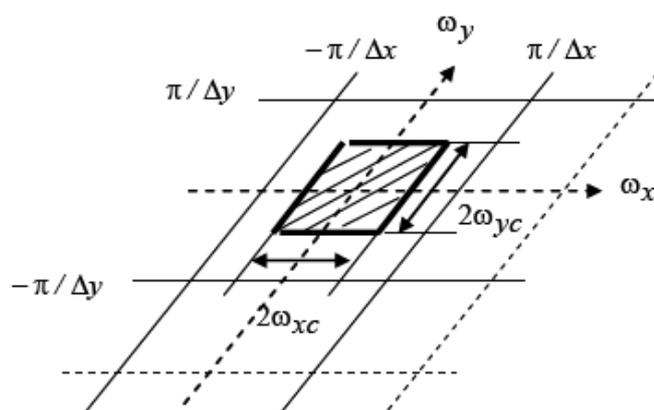
Бунда, $r(x,y)$ импульс сесті барлық тегіслікке интерполяциялаушы есабатты тәмийинлеуші екі өлшемлі функция.

(4.14) әмелине сәйкес қайта тикленген көринистің кеңіслік жийілік спектрі, қайта тиклеуші фильтрдің жийілік характеристикасы менен диспретизацияланған көринис спектрінің көбеймеси, яғнай

$$F_R(\omega_x, \omega_y) = F(\omega_x, \omega_y)R(\omega_x, \omega_y) = \frac{1}{\Delta x \Delta y} R(\omega_x, \omega_y) \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_I(\omega_x - n\omega_{xc}, \omega_y - m\omega_{yc}). \quad (4.15)$$

Буннан спектрлер бір – бирін жоллауы керек, ал $R(\omega_x, \omega_y)$ қайта тиклеуші фильтр $n=0 \quad m=0$ жағдайында тийкарғы спектрди иркинишсиз өткериуі тийис хәм қайта тикленген үзликсиз көринис спектрі менен дәслепки көринис спектрі сәйкес келиуі ушын $n, m \neq 0$ шәртинде барлық кериспектрди толығы менен тоқтатыу керек. Мине усы жағдайда дәслепки хәм қайта тикленген көринис бирдей болады

$$\omega_{xc} \leq \frac{\omega_{xs}}{2}, \quad \omega_{yc} \leq \frac{\omega_{ys}}{2} \quad \Delta x \leq \frac{\pi}{\omega_{xc}}, \quad \Delta y \leq \frac{\pi}{\omega_{yc}}$$



4.3 – сүүрет Есабатлар теоремасына сәйкес дискретизация жийілігін таңлау.

Бунда, дискретизация хәрекет, көринистің ең майда деталларына сәйкес келиуші кеңіслік гармоникасының ярым дәуиринен артпауы керек.

Егер $\omega_{xc} = \frac{\omega_{xs}}{2}$ хәм $\omega_{yc} = \frac{\omega_{ys}}{2}$ болса, онда сайланды дәслепки көринис спектрінің ең жоқары жийілігіннің артыушы Котельников жийілігінде

әмелге асырылады. Егер дискретизацияның кеңістік жиілігі ротельников теоремасына сәйкес алынған болса, сәйкес фильтр жәрдеминде есабатлардың кеңістік фильтрациясы арқалы дәслепки көринисти оның қайта тиклеу мүмкин. Мысалы, жиілік характеристикасы туұрымүйешли параллелепипед книстиң фильтр (4.4 сүүретине сәйкес) төмендегише мәнисте жазылады.

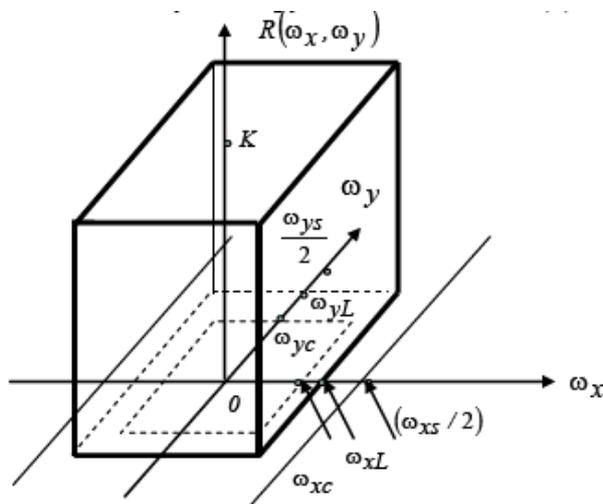
$$R(\omega_x, \omega_y) = \begin{cases} K, & (|\omega_x| \leq \omega_{xL}) (|\omega_y| \leq \omega_{yL}) \\ 0, & \text{басқашы} \end{cases}$$

Бунда егер $\omega_{xL} > \omega_{xc}$ хәм $\omega_{yL} > \omega_{yc}$ болса K – мастаблестырыушы турақлы, анық қайта тиклениу шәртин қанаатландырады.

Точканың тарқалыу функциясы ямаса қайта тиклеуши фильтриң импульсли сести төмендегише көринисте[12]:

$$r(x,y) = \frac{K\omega_{xL}\omega_{yL}}{\pi^2} \frac{\sin(\omega_{xL}x)}{\omega_{xL}x} \frac{\sin(\omega_{yL}y)}{\omega_{yL}y} \quad (4.18)$$

Бундай фильтри қолланыуда көринис $\text{sinc}(x)$ функциясының шексиз суммасы арқалы қайта тикленеди.



4.4 – сүүрет Идеал қайта тиклениуши туұры мүйешли фильтриң жиілік характеристикасы

Көринислерди квантластыруу

Үзликсиз сигналдан цифрлы сигналды алыу үшін уақыт бойынша дискретизациядан басқа амплитуда бойынша квантластырууды әмелге асыруу керек. Квантластыруу құрамы соннан ибарат, яғнай амплитуда бойынша үзликсиз сигналға, үзликсиз көрсеткішке пропорционал болған

сигналдың пүтин санлы көрсеткішлеринің ақырғы көплиги сәйкеслендириледі.

Буның ушын $f=[f_{min}, f_{max}]$ сигналдың динамикалық диапазоны квантластырыў интервалына интерваллардың ақырғы санына бөлистириледі. Ҳәр бир интервалға екилик кодтағы квантластырыў дәрежеси деп аталатуғын көрсеткіш бериледи. Базы бир интервалға түсиўши сигналдың барлық шамасы берилген интервал ушын белгиленген бир сан менен белгиленеди.

Мейли f^q дискрет көринистеги сигнал амплитудасы, f -квантластырыўдың q^{-1} ши интервалына тийисли болған сигнал мәниси. L разрядлы кодты қолланғанымызда квантластырыў дәрежелеринің саны 2^L Ге тең. Квантластырыў қәтеси (квантластырыў шаўқымы) төмендегише көрсеткіште белгиленеди.

$$\varepsilon = f - f^q .$$

σ_q^2 қәте дисперсиясы бул f шамасының f^q квантластырылған шамадан өзгешелиги

$$\sigma_q^2 = \int_{f_q}^{f_{q+1}} \varepsilon^2 p(f) df , \quad (4.19)$$

бундағы f_q, f_{q+1} - квантластырыўдың q - ши интервал шегарасы. $p(f)$ кириўши сигнгалды бөлистириў итималлығының тығызлығы.

Оптимал квантластырыў

Квантластырыў интервалы менен олар көрсеткіши σ_q^2 минимал шамада болса, оптимал квантластырыў орынланады.

Мейли, дәслепки сигналдың көрсеткішлеритималлығының тығызлығы, квантластырыу интервалы шегінде турақлы деп алайық, сонда

$$\begin{aligned} \sigma_q^2 &= p_q \int_{f_q}^{f_{q+1}} (f - f^q)^2 df = p_q \frac{(f - f^q)^3}{3} \Big|_{f_q}^{f_{q+1}} \\ &= \frac{p_q}{3} \left[(f_{q+1} - f^q)^3 - (f_q - f^q)^3 \right] \end{aligned} \quad (4.20)$$

$[f_q, f_{q+1}]$ интервалында f^q квантластырыу дәрежесінің оптимал жағдайын қәтелер минимумы мәселесін шеше отырып табыу мүмкін.

Бойынша σ_q^2 шамасынан алынған тууындысы нолге келтирсек

$$\frac{\partial \sigma_q^2}{\partial f^q} = 0$$

шамасына ийе боламыз.

$$f^q = (f_{q+1} + f_q) / 2. \quad (4.21)$$

(4.21) әмелинен квантластырыу дәрежесінің оптимал шамасы квантластырыу интервалының ортасына сәйкес, бунда интервал ишіндеги квантластырыудың максимал қәтелиги квантластырыу интервалының ярымынан артпайды

(4.21) мәнісін (4.20) мәнісине қойсақ, төмендегиге ийе боламыз.

$$\sigma_q^2 = \frac{p_q}{12} (f_{q+1} - f_q)^3. \quad (4.22)$$

Квант қәтелик дисперциясы.

$$\sigma_Q^2 = \sum_{q=1}^{2^L} \sigma_q^2 = \frac{1}{12} \sum_{q=1}^{2^L} p_q (f_{q+1} - f_q)^3. \quad (4.23)$$

Улыуа жағдайда басланғыш дәрежелердің оптимал жағдайы хәм квантластырыу дәрежесін (4.19) әмелин есапқа алған халда алынған квантластырыудың қәтелер теңлемесінен алынады.

$$\sigma_Q^2 = \sum_{q=1}^{2^L} \int_{f_q}^{f_{q+1}} (f - f^q)^2 p(f) df. \quad (4.24)$$

σ_Q^2 шамасы f_q хәм f^q өзгериўшилери менен дифференциаллап отырып хәм туўындыны нольге теңлестирип төмендегише теңлемелер системасына ийе боламыз.

$$\begin{cases} \partial y_Q^2 / \partial f_q = 0 \\ \partial y_Q^2 / \partial f^q = 0 \end{cases}$$

Өзгериўден соң, ол төмендегише теңлемелер системасына өзгереді

$$\begin{cases} f^q = 2f_q - f^{q-1} & a) \\ f^q = \frac{\int_{f_q}^{f_{q+1}} f p(f) df}{\int_{f_q}^{f_{q+1}} p(f) df} & б) \end{cases}, \quad (4.25)$$

бунда $q=1..2^L$.

Теңлемени рекуррент усулда шеше отырып дәслепки дәреже менен квантластырыў дәрежелериниң оптимал көрсеткишлери табылады. Макс бундай мәселени ғызлығы ушын шешкен хәм дәслепки дәрежелердиң таблицаларын квантластырыў дәрежелерин санлары арқалы жайластырған.

4.5 – сүүретинде сигналдың үш разрядлы көрсетилиўиниң амплитудалы характеристикасы берилген.

(4.25б) әмелинде көрсеткишти (4.24) әмелине орналастырсақ оптимал квантластырыўшы деп аталыўшы квантластырыўдағы қәтелер дисперсиясы (4.26) әмелдеги көрсеткишке шекем төменлейди.

$$\sigma_Q^2 = M\{f^2\} - \sum_{q=1}^{2^L} (f^q)^2 \int_{f_q}^{f_{q+1}} p(f) df. \quad (4.26)$$

$$p(f) = \frac{1}{f_{\max} - f_{\min}} = \text{const},$$

тең өлшемлі тығызлықта сигналдың бөлістирилиу жағдайында (4.25б) әмелинен квантластырыу дәрежесінің оптимал көрсеткіші төмендегіше мәніске сәйкес анықланады.

$$f^q = (f_{q+1} + f_q) / 2$$

(4.25а) әмелинде сәйкес дәслепкі дәрежелердің оптимал көрсеткіші

$$f_q = (f^q + f^{q-1}) / 2$$

тең өлшемлі тығызлықта көриніс сигналының итималлығы оптимал болады, егер тең өлшемлі квантластырыуда квантластырыу итималлығы

$$\Delta f = (f_{\max} - f_{\min}) / 2^L, \quad (4.27)$$

болса, ал бөлістириу тығызлығы

$$p(f) = 1 / (2^L \Delta f)$$

Бундай жағдайда (4.26) әмелинен шаўқым дисперциясы

$$\sigma_Q^2 = (\Delta f)^2 / 12. \quad (4.28)$$

Бул жағдайда сигналдың СКО квантластырыу шаўқымына қатнасы төмендегіше болады

$$\psi_{\text{кв}} = 20 \lg \frac{(f_{\max} - f_{\min})}{\sigma_Q} = 20 \lg \frac{(f_{\max} - f_{\min}) 2^L \sqrt{12}}{(f_{\max} - f_{\min})} \approx 10,8 + 6L, \text{ дБ}. \quad (4.29)$$

(4.29) әмелден соны айтып өтиуі лазым, егер квантластырыу разрядының санын бірге арттырсақ сигналлар шаўқым қатнасы шама менен 6дБ Ге өседі.

Қурылмалар әдетте сигналлардың тең өлшемлі квантластырылыуын әмелге асырады. Бундай қурылмаларды пайдалана отырып, егер тең өлшемлі квантластырыудан алдын тең өлшемлі тығызлық итималлығындағы сигналды сызықлы емес өзгеріске келтірсек оптимал квантластырыуды орынлау мүмкін.

Жуўмақлаў

Соңғы жыллары, цифрлы системалардың ишинде көринислерди қайта ислеў системалары қурамында көринислерди қайта ислеў хәм компьютерлик методларды көриў үлкен әхмийетли бағдар болып саналады. Бизлер теориялық тийкарлама бериў арқалы көринислерди қайта ислеў методларын қолайлы формада әмелиятта қолланыў тийкарын көрсетиўге урындық. Көрилип атырған бул жумыста көрсеткишлерфункциясын хәм өзгериўшилерди қолланыў бөлимлердиң теориялық тийкарларын қабыллаўды жеңиллестирип көплеген монографиялардың анализин әпиўайыластырады. Көплеген мысалларда алгоритмлерди қолланыў өзгешелигин хәм оларды нәтийжели пайдаланыў шәртлерин билиў мүмкин. Бул исленген жумыста көринислерди қайта ислеўдиң компьютерлик методларын үйрениўшилер ушын қолайлы екенлигин билдирип өтемиз. Соның менен бирге мысаллар көрип өтип, Турбо – Паскаль тилинде программа дүзилип нәтийжелер алынды.

Мысал: $P_1 = P$ хэм $=1$ параметриндеги (4,1) агрессив модель тәрәпинен берилген, тосыннанлы процесс фонунда $S_G^T = c \cdot (1, 2, -3)$ сигналын қоллаўды көрип өтемиз, бунда c – турақлы көбейиўши ямаса (көбейтиўши). Бул жумыста хәр бир точкаға болжаў жақын еки қоңсылас шамада байланыслы хәм қәтелер дисперсиясы бирдей, соның ушын

$$\lambda(Z) = S_G^T \Delta_z^* / \sigma_\varepsilon^2,$$

формуласындағы статистиканы қолланамыз,

$G = (i-1, i, i+1)$ областын алайық. Сонда

$$z_i^* = a(z_{i-1} + z_{i+1}), \text{ где } a = \rho / (1 + \rho^2),$$

$$\lambda(Z) = [c(z_{i-1} - a(z_{i-2} + z_i)) + 2c(z_i - a(z_{i-1} + z_{i+1})) - 3c(z_{i+1} - a(z_i + z_{i+2}))] / \sigma_\varepsilon^2 =$$

$$= c [-az_{i-2} + (1-2a)z_{i-1} + (2+2a)z_i - (3+2a)z_{i+1} + 3az_{i+2}] / \sigma_\varepsilon^2$$

Бунда $\sigma_\varepsilon^2 = (1-\rho^2) / (1+\rho^2)$ – точкаға болжаўдағы қәтелер дисперсиясы.

Сигнал жағдайында биз төмендегиге ийе боламыз $M[z_{i-1}] = c$, $M[z_i] = 2c$,

$M[z_{i+1}] = -3c$, сонлықтан $m_1 = c[(1-2a)c + (2+2a)2c + (3+2a)3c] / \sigma_\varepsilon^2 = (14 +$

$8a)c^2 / \sigma_\varepsilon^2$. Бундай шама, $\sigma_0^2 = \sigma_1^2 = m_1 = S_G^T V_G^{-1} S_G$. Шәртинге бола, $\sigma_0^2 = \sigma_1^2$

дисперсиясы ийелейди. Мейли, мысалы $\rho = 5.0$ сонда $a = 4.0$, $\sigma_\varepsilon^2 = 6.0$, $\sigma_0^2 = \sigma_1^2$

$= m_1 = 28.67 c^2$. Мейли, $P_F = 0.001$ жалған шақырыў итималлығы берилген

болсын. Сонда $P_F = 1 - \Phi(\lambda_0 / \sigma_0)$, шәртинен төмендегиге ийе боламыз

$0.001 = 1 - \Phi(\lambda_0 / 5.35c)$, $\Phi(\lambda_0 / 5.35c) = 0.999$, $\lambda_0 / 5.35c = 3.1$, $\lambda_0 = 16.6 c$. Бул

көрсеткишлерди $\sigma_0^2 = \sigma_1^2 = m_1 = S_G^T V_G^{-1} S_G$ әмелинен қоятырып, $P_D(c) = 1$

$- \Phi(3.1 - 5.35c)$ шамасының дурыс таңлаў итималлығын аламыз, оның

графиғи төмендеги сүүретте көрсетилген. Алдын ала белгилеп өтилгениндей,

$\lambda(Z) = S_G^T \Delta_z^*$, әмелинен қолланыў мүмкин, яғный σ_ε^2 ге бөлиўди алып таслаў

керек, онда $\sigma_\varepsilon^2 \lambda_0 = 0.6 \cdot 16.6c = 10c$ шамасы қолланылады.

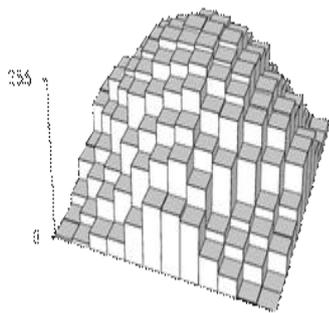
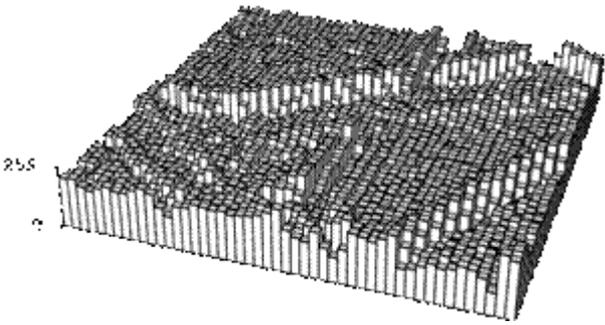
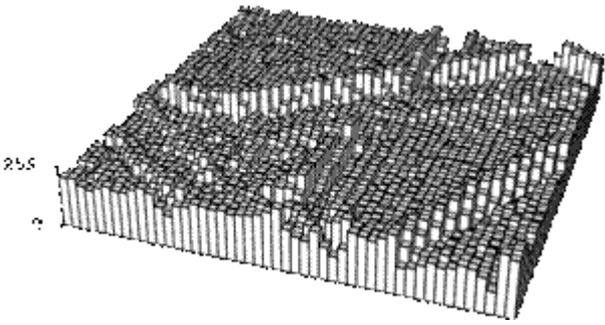
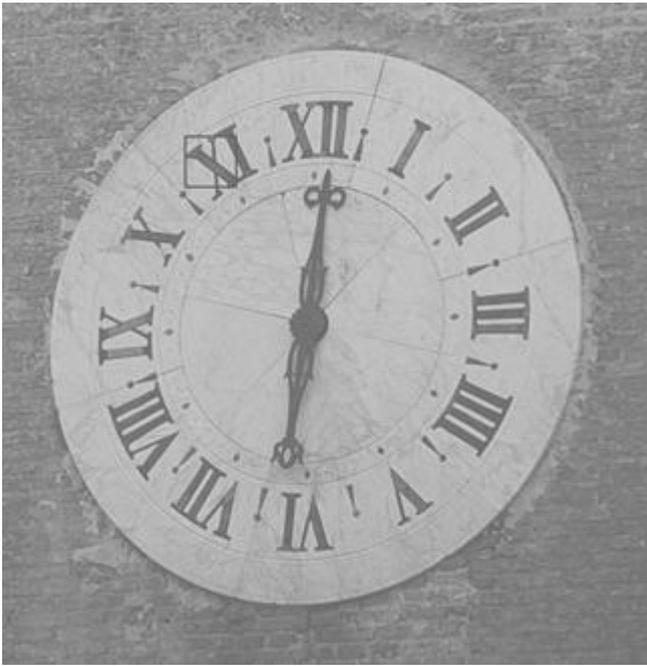
Бунда $P_D(0) = 1 - \Phi(3.1) = P_F$ сонлықтан график координата басынан

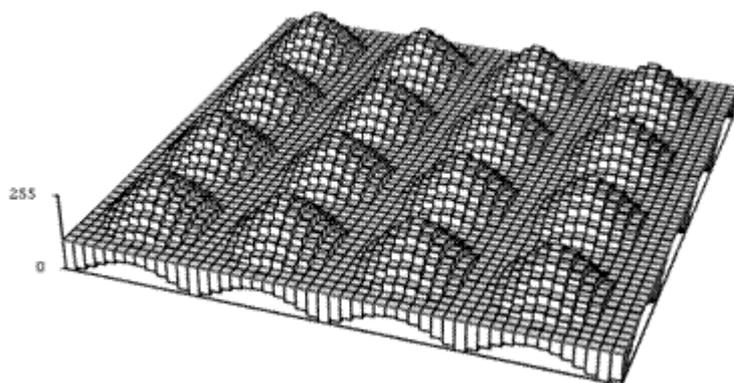
басланбайды. $c = 0$ жағдайында сигнал нол болса, көринис қабылланбайды.

Бул факт P_F жалған шақырыу итималлығы бар екенлигин билдиреди хәм сигналдың бар екенлиги хаққындағы шешимди қабыллау итималлығы тең, бирақ тийкарында жоқ. Сонлықтан сигнал нол болса, оны биз P_F итималлықта қабыл етеміз.

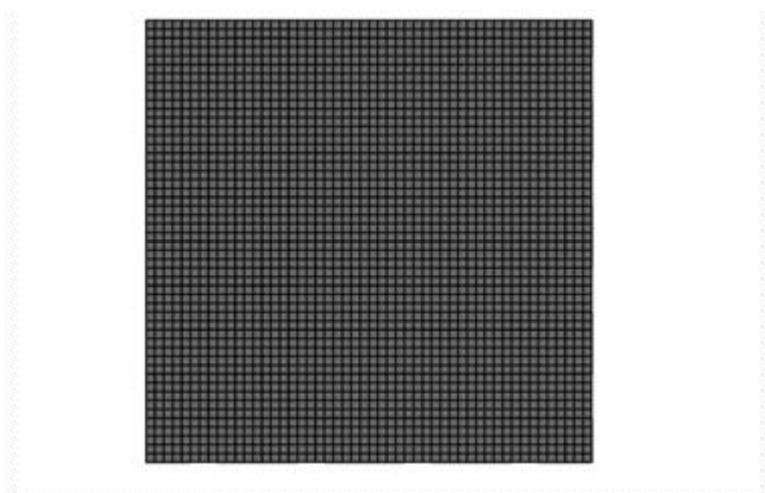
Мысал: Сигналларды беріудің бундай усылы оны сүүретлеудің хәр қыйлы түрлендириулерінде бахалауға жәрдем береді. Бундай түрлендириулер әдетте графикалық дәстүрлер жәрдемінде амелге асырылады. 3-сүүретте контрасттың төменлениуінен соң сүүретлениу берілген болса, 4-сүүретте бул сүүретлениу фрагментинің еки өлшемлі сигналының графиги берілген. Бирден болмаған маскалаудан соң фрагменттиң еки өлшемлі сигналының графиги 5 сүүретте берілген. Графикте екинши кеңисликли тууынды сигналлары айқын көринип тур, бул тууынды берілген сигналға бирден болмаған маскалаудан соң берілген сигналға косылған.

6-сүүретте гистограмма көринисінде растрлы функцияның бир кеңисликли периодының еки өлшемлі сигналы келтирилип, ол растрлау процессінде сүүретлеуді цифрлы растрлауда қолланылады. 7-сүүретте тон сигналының мәнислери ушын бундай растрлаудың нәтийжелери келтирилди. Барлық кеңисликли периодлар ушын бирдей $N_E = 100$ мәнисине ийе тон сигналы (8-сүүрет) тегислик көриниснде берилип, растрлы функция сигналынан бир бөлек кесип алады хәм оның баскышы тонның берілген сигналы мәнисине тең ямаса оннан үлкен болады. Бундай шәртлерди қанаатлантирыушы субэлементлер баспалы қатарына киргизилсе, бундай шәртти қанаатландырмайтуғын субэлементлер – пробели қатарына киритиледи.





Келтирилген, Excel программасы қолланыуы мыасалы растр графиктеги басқа инструментал программа жұмысынын функциясы менен шекленген. Соның менен бирге Excel диң қәлеген графиги, соның ишинде импортланган word текстли редакторы, процессти толық үйрениуі ушын Excel қураллары менен модификацияланыуы мумкин. 8- сүүретте үш өлшемли графиктиң кеңисликли сызықлы өзгерисиниң натийжеси берилген (7 - сүүрет). Натийжеде $N_x = 100$ шамадағы тон сигналының дәрежеси ушын растр көринистиң еки өлшемли проекция – модели қәлиплеседи.



Excel программасында иллюстрацияланған функциялардан басқа, көринислерди қайта ислеп шықыудың қурамалы алгоритмлериде әмелге асады. Мысалы: кеңислик фильтрациясының алгоритмлери,

интерполяциялық алгоритмлер хтб. Бундай нәтиже Excel программасы формасында көрсетіліуі мүмкін. Мысалы, цифрлы сигналдың таблица көрсеткішлеринің ямаса графиклеринің үш өлшемлі ямаса еки өлшемлі көринисінде болады. Екилік код көрсеткішіндеги өлшемлі цифрлы сигналда көриниске өтиў ушын көрсетілген, Excel программасында қолланылатуғын канвертациялаў txtbin.exe программасы санлардың жазылған текстли формат көрсеткішин *.raw график файлының бинар форматына аўыстырады. Төменде Турбо Паскаль тилинде программасы келтирилген.

```

program TXTBIN;

var

y:byte;

f2: file of byte;

f1:text;

z,h,d,v,b:string;

k:boolean;

r:word;

const

m='\';

label

op, op1, op2, op3;

begin

getdir(0, z);

write('Ввести имя исходного файла', #13, #10);

readln(h);

d:=(z + m) + h;

write('Ввести имя конечного файла', #13, #10);

readln(b);

v:=(z + m) + b;

assign(f1, d);

assign(f2, v);

reset(f1);

rewrite(f2);

r:=0;

op: k:=seekeof(f1);

if k=false then goto op2 else goto op1;

op2: read(f1, y);

```

```
seek(f2,r);
```

```
write(f2,y);
```

```
r:=r+1;
```

```
goto op;
```

```
op1: close(f1); close(f2);
```

Пайдаланган әдебиятлар

- 1 Мирошников М.М., Лисовский В. А., Филиппов Е.В. и др. Иконика в физиологии и медицине // Под ред. Уголева А.М. АН СССР. Отд-ние физиологии. Л.: Наука, 1987. 392 с.
- 2 Фисенко Т.Ю. и др. Аппаратно-программные средства МАГИСОФТ в задачах экспертизы живописи // 1 научная конференция "Экспертиза произведений изобразительного искусства". Тезисы докладов. М., 1995. С.18-20.
- 3 Мирошников М.М. Теоретические основы оптикоэлектронных приборов. Л.: Машиностроение, 1983. 696 с.
- 4 Дрязгов В.Д., Колобков В.С., Петров В.С., Фисенко В.Т. Способ получения стереоскопического цветного телевизионного изображения. Патент РФ на изобретение № 2189121, 2002 г.
- 5 Иванов В.А., Кованько В.В., Колобков В.С., Фисенко В.Т. Способ выполнения подводных подъемно-транспортных операций. Патент РФ на изобретение № 2203829, 2003 г.
- 6 Белоусов Ю.И., Можейко В.И., Силаев Н.А., Регинский В.Д., Фисенко В.Т. Некоторые аспекты построения корабельных оптикоэлектронных систем //Морская радиоэлектроника, вып. 2 (12), июнь 2005. С. 23-26.
- 7 Можейко В.И., Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Адаптивный метод автоматического сопровождения объектов по последовательности цифровых сигналов телевизионных изображений // Материалы 4-й международной конференции "Телевидение: передача и обработка изображений", С.-Пб., 2005 г. С. 91-92.
- 8 Можейко В.И., Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Автоматическое сопровождение объектов в компьютерных системах обработки

- изображений // Оптический журнал, том 74, номер 11, 2007. С. 39-46.
- 9 Апреликов В.В., Сущев Г.А., Фисенко В.Т. Основные тенденции в построении высокочувствительных ТВ камер // Научно-техническая конференция С-Пб Гос. Универс. Телекоммуникаций. С.-Пб., 1997. С. 81.
 - 10 Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Инфракрасные системы «смотрящего» типа. М.: Логос, 2004. 444 с.
 - 11 Иванов В.П., Курт В.И., Овсянников В.А., Филиппов В.Л. Моделирование и оценка современных тепловизионных приборов. Казань, ФНПЦ НПО ГИПО, 2006. 594 с.
 - 12 Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М.: Мир, 1982. Т. 1, 2. 791 с.
 - 13 Певзнер Б.М. Качество цветных телевизионных изображений. М.: Радио и связь, 1988. 2-е изд., доп. и перераб. 224 с.
 - 14 Ричардсон Я. Видеокодирование. H.264 и MPEG-4 - стандарты нового поколения. М.: Техносфера, 2005. 368 с.
 - 15 Марр Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов. М., Радио и связь, 1987.
 - 16 Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. М., Мир, 1978. 592 с.
 - 17 Lang H. 40 Jahre Farbfemsehen nach dem Prinzip der konstanten Luminans. // Fernseh- und Kino- Technik, 1995. 49 jahrgang, № 1-2. S. 3540.
 - 18 Быков Р.Е., Гуревич С.Б. Анализ и обработка цветных и объемных изображений. М.: Радио и связь, 1984.
 - 19 Быков Р.Е. Основы телевидения и видеотехники: Учеб. для вузов. М.: Горячая линия - телеком, 2006. 399 с.
 - 20 Цуккерман И.И. Теоретические основы цифрового телевидения. Учебное пособие. М.: МПСС. Институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов, 1988. 69 с.
 - 21 Полосин Л.Л. Цифровые системы вещательного телевидения. Учебное пособие // Балт. Гос.техн.ун-т. СПб., 2004. 120 с.

- 22 Strikland R. N., Kim Cheol-Sung, McDonnell William F. Luminance, hue, and saturation processing of digital color images. // SPIE. 1986. V. 697. Applications of Digital Image Processing IX . P. 286
- 23 Корн, Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1974. 832 с.
- 24 Полосин Л.Л. Принцип постоянной цветовой яркости в телевидении. // Телевизионная техника и связь. С-Пб, 1995. С.28-37.
- 25 Полосин Л.Л. Новый подход к определению метрического цветового пространства //Техника средств связи, сер. “Техника телевидения”, вып. 2, Л., 1991. С. 3-12.
- 26 Polosin L.L. Basic quantities of colour photometry//ECVP 2006. 29th European Conference on Visual Perception. St Peterburg, 2006, Abstracts, p.186.
- 27 Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов: Пер. с англ. М.: Мир, 2005. 671 с.
- 28 Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ./ Под ред. Чочиа П.А. М.: Техносфера, 2005. 1072 с.
- 29 Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений. М.:Вузовская книга, 2001. 320 с.
- 30 Горьян И.С., Межов Ф.Д., Фисенко В.Т. Введение в цифровую обработку изображений. Учебное пособие. СПб.: ЭИС им. М.Бонч-Бруевича, 1992. 60 с.
- 31 Горелик С.Л., Кац Б.М., Киврин В.И. Телевизионные измерительные системы. М.: Связь, 1980. 168 с.
- 32 Цуккерман И.И., Кац Б.М., Лебедев Д.С. и др. Цифровое кодирование телевизионных изображений.// Под ред. Цуккермана И.И.М.: Радио и связь, 1981. 240 с.
- 33 Фоли Дж., вэн Дэм А. Основы интерактивной машинной графики: В 1- х книгах: Пер. с англ. М.: Мир, 1985. 368 с.

