

ТҮРЛІ -ТҮСТІ СУРЕТТЕРДІ ӨНДЕУ ҮШІН СҮЗГІЛЕУ АЛГОРИТМІН ІСКЕ АСЫРУ

Абдиева М. К.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана

Ғылыми жетекші –Баенова Г. М

1. Кіріспе

Әдетте түрлі ақпараттық жүйелермен құрылған суреттер бөгеттердің әсерінен бұрмаланады. Бұл *адамның* визуальді талдауын және ЭЕМ-да автоматты түрде өңделуін қиындатады. Суреттерді өңдеудің кейбір мәселелерінің бірі суреттің өзінің компоненттері болуы мүмкін. Мысалы, жерден түсірілген ғарыштық суреттің жеке аймақтарының арасында шектерін анықтау деген тапсырма тұрады,-орман мен жазық, су мен құрлық және т.б . Суреттің жіктелген облысындағы жеке бөлшектер бөгеттер болып табылады. Бөгеттердердің әрекетін әлсірету сүзгілеу арқылы жүзеге асады. Сүзгілеу кезінде бөгеттермен бұрмаланған бастапқы суреттің әрбір нүктесінің айқындылығы (сигнал) кейбір басқа айқындылықтың мәнімен алмастырылады.

Мұндай шешімдердің негізгі қызметі қандай? Сурет кеңістіктік координаттың екіөлшемді функциясы болып табылады. Ол осы координата бойынша, тағы да екіөлшемді функция болып табылатын бөгетке қарағанда, баяу өзгереді. Бұл кадрдың әрбір нүктесінде пайдалы сигналды бағалау кезінде , осы нүктелерде сигналдың нақты ұқсастығын пайдаланған, көршілес нүктелердің жиынын ескеруге мүмкіндік береді. Кей жағдайларда, керісінше, пайдалы сигналдың белгісі болып айқындылық табылады. Жиілігі үлкен емес, себебі олардың арасындағы аралықта сигнал не тұрақты, не баяу өзгереді. Осы жағдайда сигналдың қасиеті локальді нүктесін бақылағанда ғана емес, оның төңірегіне анализ жасағанда да көрсетіледі.

Осылайша, сүзгілеу идеологиясы жұмыс нүктесіне, сонымен қатар, оның маңайынан берілгендерді рационалды түрде қолдануға негізделеді. Осыдан, сүзгілеудің суретті өңдеудің қадамдық процедурасынан айырмашылықтары шығады: сүзгілеу суретті өңдеудің элементтік процедурасы болып табылмайды. Мәселе жақсы көрсеткіштерге жеткізуге мүмкіндік беретін рационалды есептеу процедурасын табу болып тұр, бұл мәселені шешу кезінде сурет пен бөгеттің ықтималды үлгілерін, сонымен қатар, тиімділіктің статистикалық өлшемдерін қолдануға болатындай жалпыға бірдей етіліп қабылданған. Себептері түсінікті- бұл бөгеттің, сонымен бірге ақпаратты сигналдың кездейсоқ сипаттамасы және де мәнсіз сигналды өңдеуден нәтиже алу болып табылады. Әдістер мен алгоритмдердің көртүрлілігі түрлі математикалық үлгілерді сипаттауға алып келеді. Тиімділіктің түрлі өлшемдері қолданылып жатыр, ал ол сүзгілеудің әр түрлілігіне алып келеді. Мысалы, шуылдар, шуылды басу суретті сығу кезінде де маңызды рөл атқарады. Шуылдардың бірнеше түрі болады. Аддитивті Гаусс шуылы, импультік шуыл. Осы шуылдарды жою үшін түрлі әдістері бар:



Бастапқы сурет



Гаусстық шуыл



Импульсті шуыл



Аралас шуыл

Соңғы онжылдықта сурет және сигналдарды сандық сүзгілеудің түрлі әдістері мен теориялары дамуда. Бұл сүзгілеудің тиімді алгоритмдерін құруға мүмкіндік беретін, әсіресе, қарама-қарсы сигналды және суретті өңдеу кезінде сүзгілеудің нақтылығын талап ететін жаңа математикалық әдістердің пайда болуымен байланысты (Фурьенің дискретті түрлендіруі, дискретті вейвлет- түрлендіру). Сүзгілеу көп жағдайда өндеудің соңғы этапы емес. Сандық сүзгілеу үшін бастапқы берілгендер әртүрлі табиғаттың кездейсоқ шуылымен бұрмаланған «нақты» сигналдың немесе суреттің мәні болып табылады. Сүзгілеу бастапқы бұрмаланған суреттен шуылды жою арқылы жақсы көрсеткіштерге жетуге мүмкіндік беретін сүзгілеу алгоритмін (есептеу процедурасы) құрастыруға негзделеді.

2. Сүзгілеу алгоритмдерінің түрлері және қолданылуы

Бүгінгі таңда суретті сүзгілеудің көптеген алгоритмдері бар. Қойылған міндетіне байланысты, берілгендерді сүзгілеу алгоритмінің нәтижесі бір-бірінен айырмашылығы болуы мүмкін.

Суретті сүзгілеу кезінде суретті жақсартуға немесе өзгертуге болады. Сүзгілеудің екі негізгі типін көрсетіп кетуге болады: түстік және биіктік.

Биіктіктік сүзгілеу палитрлік суреттермен ғана жұмыс жасайды. Мысалы, 256 түстік суреттер. Әрбір түстің өз индексі болады, біз бұл индексті картадағыдай биіктік ретінде қарастырып өңдейміз.

Түстік сүзгілеу түстің индексін ескермейді, есептеу үшін қызыл/ жасыл/көк түсті құрайтын компонентті қолданады.

Түстік сүзгілер итерация бойынша жүреді. Сандық сүзгілеудің басқа параметрі ретінде сүзгі пішінінің өлшемін айтамыз. Осылайша, сандық сүзгі процесінің бастапқы талабы векторлар параметрлерімен беріледі.

Қарама-қарсылық сүзгілеу де пайдалы. Ол әрбір пиксельдің қарама-қарсылығын салыстыра отырып жоғарылатады.

Сүзгіде ең маңызды пискель «салмақ» болып табылады.

1. Тиімді сызықтық сүзгілеу: Винер-Хопф теңдеуі

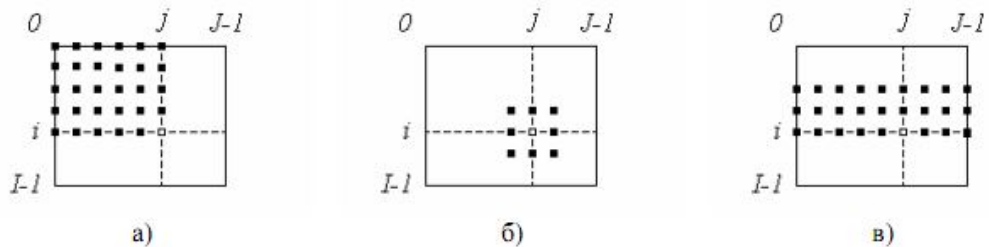
Тиімді сүзгілеу бөгет кезінде шуылдың қоспасынан тиімді сигналды алады. Онда жіберудің жиілік коэффициенті, сигналдың пропорционалды кешенді-кернеулі спектрлі тығыздығы болу керек. Бұл фильтрдің сипаттамасы белгіленіп алынған сигналдың «айна көшірмесі» болып табылады, сигнал/ бөгет қатынасы сызықтық сүзгінің шығысында сигналдың энергиясына және шуыл қуатының спектрлік тығыздығына тәуелді.

$x_{i,j}$ - суреттің анықтылығының мәні, пайдалы сигналдың i -қатары және j -бағанының қиылысу нүктесі, сүзгінің кірісінде келесі үлгіде сипатталады:

$$y_{i,j} = f(x_{i,j}, n_{i,j}), i = 0, I-1, j = 0, j-1$$

$n_{i,j}$ - i, j координатасындағы бөгеттердің мәні. f – сигнал мен беттің өзара әрекетін сипаттайтын функция, i, j -кадрдағы баған мен қатар саны.

Аймақтың типіне байланысты каузальді, каузальді емес және жартылай каузальді сүзгілеу деп жіктейді. Мысалы:



1- сурет. Түрлі типті аймақтың мысалдары.

Сызықтық сүзгілеу кезінде кіріс берілгендердің тиімділігі анықталады:

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

$x^*(i, j)$ - тиімді сигналдың сүзгілеу нәтижесі. $a(i_1, j_1)$ - салмақтық коэффициенті. S - нүктелердің жиыны. Олардың біріккен жүйесі екіөлшемді импульсті сипаттаманы құрайды. Егер S - тің шегі бар болса, онда импульстық сипаттаманың соңғы ұзындығы болады және сүзгі КИС(каузальді импульстік сипаттама) деп аталады.

2. Пішіндік сүзгілеу

Пішіндік сүзгілеу тәжірибеде өте көп қолданылады. Оның сызықтық түрі екіөлшемді КИС- сүзгілеудің бір нұсқасы болып табылады. Бұл жағдайда $a(i_1, j_1)$ пішін деп атайды, онда салмақ коэффициенті болады, пішіндердің көптеген түрлерін қолданады. Эвристикалық нұсқалардың бірі теңөлшемді пішін болып табылады, онда барлық 9 салмақтық коэффициент 1/9-ге тең болады. Мұндай таңдау орта айқындылықты сақтау жағдайына жауап береді және суретті өңдеу кезінде орталықтандыру талап етілмейді.

Бөгеттердің кең таралған түрі аддитивті түрде суретке әсер ететін ақ шуылдар болып табылады.

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

Ал шуылдың корреляциялық функциясы $B_n(i, j) = D_n \cdot \delta_i \cdot \delta_j$ өрнегімен сипатталады. D_n - шуылдың дисперсиясы, δ_k = Кронекер сиволы. Кіріс сигналы орталықтанған деп есептесек, ал сурет пен шуыл тәуелсіз болса, онда корреляциялық функция

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

D_x - дисперсия, а $R_x(i, j)$ - пайдалы сигналдың қалыптанған корреляциялық функциясы. Сондықтан Винер-Хоп теңдеуі келесі түрге келеді:

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

$q^2 = D_x / D_n$ - дисперсия мен шуылдың қатынасы.

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

осыдан табамыз:

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

, нәтижесінде шығады.

$\delta_\varepsilon^2 = D_\varepsilon / D_x$ - сүзгілеу қателігінің орта шаршысы.

Бақыланып отырған жағдайдағы суреттің түрі келесідей болады:



2- сурет. $q^2 = -5$ дБ кезіндегі пішіндік сүзгілеу.

3. Рекурентті каузальді сүзгілеу

Шуылмен күрес пішіндік сүзгіні қолданғанда толығымен шешілмейді. Біріншіден, маңай өлшемнің шектеулігі шуылды басудың потенциалды мүмкіндігіне алып келеді. Әрине өлшемін ұзартуға болады, дегенмен ол кезде пішіндік сүзгінің екінші кемшілігі күшейеді. Бүгінгі таңда екіөлшемді сүзгілеудің әдістері жоқ, бұл мәселені шешуге бірнеше әрекеттер жасалып жатыр. Солардың бірі осы әдіс. Бірақ ол шуылды азайтқанмен де, суреттің нақтылығын жоғалтып жіберу мүмкін.



Екіөлшемді рекурентті сүзгілеу кезінде шуылдың деңгейі төмен болады. δ_ε^2 ұзындығы пішіндікте – 0.309, ал рекурентті де -0.29

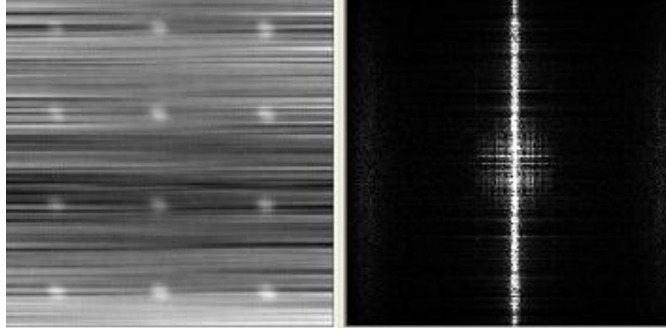
4. Фурье сүзгілеуі

Фурье сүзгілеуі Фурье түрлендіруіне негізделген және келесі қадамдардан тұрады:

1. Фурьенің тура түрлендіруі

2. Фурье бойынша, спектр сигналы және сүзгі типін және параметрін анықтау
3. Сүзгі генерациясы және оны Фурье үлгісіне қолдану
4. Үзгіленген суретті алу үшін Фурьені кері түрлендіру

Фурье сүзгілеуінің ерекшелігі: уақыт өлшемінде сигнал спектріне талдау жасау, сүзгі өлшемін таңдау, Фурье сүзгілеуі тиімді болады, егер пайдалы сигнал немесе бөгеттің сигналы спектрдің түрлі облысында болса. Мысал ретінде суретте, 12 қалыптасқан құрылымы бар кремний 1-2 нм биіктіктен алынған объект.



Кремний биіктігі және Фурье сүзгілеуден кейін.

5. Орау әдісі және циклдық орау әдісі

Фурье түрлендіруінің негізгі артықшылығы оның көмегімен сигналдардың стационарлық сүзгілеуі орындалады. Ол үшін сигналдың жиіліктік спектрі және фильтрі жіберу үшін жиіліктік коэффициент қажет.

Екі өлшемді стационарлық сүзгі екіөлшемді импульстік сипаттама a_{i_1, i_2} сипаттайды. Ол екіөлшемді орау көмегімен шығыс сигналын анықтайды:

$$y_{i_1, i_2} = \sum_{r_1=0}^{I_1-1} \sum_{r_2=0}^{I_2-1} x_{r_1, r_2} \cdot a_{i_1-r_1, i_2-r_2}$$

Бұл кәдімгі ораудың теңдеуі. Сигналды сипаттау үшін \tilde{x}_{i_1, i_2} қолданылады.

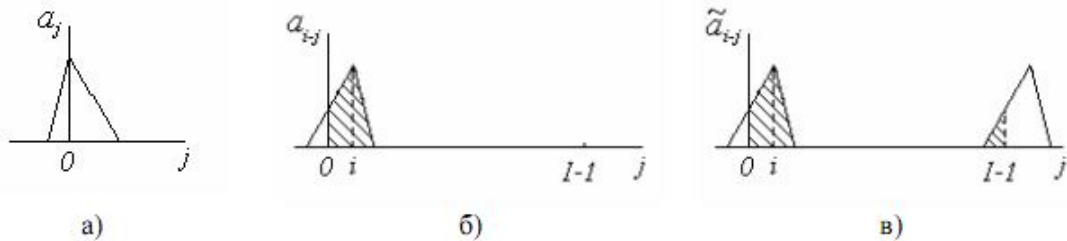
$$\tilde{a}_{i_1, i_2} = \sum_{m_1=-\infty}^{\infty} \sum_{m_2=-\infty}^{\infty} a_{i_1-m_1, i_2-m_2}$$

Аналогия бойынша,

импульсті сипаттамасы

енгізіледі. Циклдың орау мен жай ораудың бір-бірінен айырмашылығы x_{i_1, i_2} және a_{i_1, i_2}

орнына \tilde{x}_{i_1, i_2} және \tilde{a}_{i_1, i_2} функциялары қолданылады.



3-сурет. Кәдімгі және циклдық орауды салыстырмасы.

6. Медианалық сүзгілеу

Медианалық сүзгілеу—шуылды азайтуда қолданылатын сандық сүзгінің бір түрі. Оны 1971 жылы Дж. Тьюки экономикалық процестердегі анализ жасау үшін ұсынған болатын. Медианалық сүзгі сызықты емес КИС-сүзгі болып табылады. Сүзгі терезесінің ішкі бөлігінде сан мәні өсу реті бойынша орналасады. Терезе сүзгіленетін сигналда орналасады және есептеу қайталаңады.

Алгоритм ерекшелігі:

- тек бір түсті каналға ғана қолданылады. Применяется лишь к одному цветовому каналу,
- соңғы пиксельдерге қолданылмайды.



7. Гаусс сүзгісі

Гаусс сүзгісі — өтпелі функция кезінде қайта бақылаушылық болмайтындай және тұрақты уақытты үлкен ететіндей жобаланған электронды сүзгі. Бұл дегеніміз Гаусс әдісінде мүмкін болатын топтық тоқтаулар мен ақаулар аз болады. Гаусс сүзгісі (*Gaussian filter*) әдетте сандық түрде екіөлшемді сигналды өңдеу үшін шуыл деңгейін төмендету үшін қолданылады.

Гаусс сүзгісінің импульстік сипаттамасы

$$h(t) = B \sqrt{\frac{2\pi}{\ln(2)}} e^{-\frac{(Bt\pi)^2}{\ln(2)}}$$

B — 3дБ деңгейі бойынша, сүзгіні өткізіп жіберу.

Гаусс бойынша шаю-шаюдың сипаттамалық сүзгісі, түрлендіруді есептеу үшін қалыпты таралымды қолданады. N өлшемде Гаусс таралымының теңдеуі:

$$G(r) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N/2}} e^{-r^2/(2\sigma^2)},$$

$$G(u, v) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(u^2+v^2)/(2\sigma^2)},$$

Екі өлшем үшін
 σ — таралымды стандартты бөгеу.

r -шаюдың радиусы, $r^2 = u^2 + v^2$,

Қорытынды

Заманауи телекоммуникациялық жүйелердің интенсивті дамуының бағыттарының бірі адам үшін табиғи қалыптарды, әсіресе визуалды түрде сақтап қалу болып табылады. Суретті өңдеу, математикалық үлгілер мен әдістерін құру маңызды мәселелердің бірі.

Кез келген суретті интеллектуалды өңдеу сүзгілеу процедурасынан басталу керек, оның негізгі міндеті талдау жасау мен кейінгі өңдеудің жұмысын нашарлататын шуылды басу.

Суретті сканерді өткізгенде арнайы бөгеттер пайда болады. нәтижесінде сурет дақтар пайда болып, қалпы, құрылымы өзгереді, т.б Осындай мәселелерді сүзгілеу көмегімен шешеміз. Сүзгіленген сурет салмағы бойынша жеңіл, ал суреттің нүктелері сақталып қалу керек. Осы бірнеше сүзгілеу алгоритмінің ішінен ең тиімдісі, жалпыға бірдей қолданылатын, математикалық әдіс жағынан да ең жарамдысы Гаусстық сүзгілеу, себебі ол әрбір түстің салмағын жеңіл салмақпен алмастырып, объектілерді өз қалпынша сақтайды.



Рентген суреті

Шуылдан кейін

Әдебиеттер

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005.
2. Dabov K., Foi A., Katkovnik V., Egiazarian K. Image denoising by sparse 3D transform-domain collaborative filtering // IEEE Tran. on Image Processing, 2007. V. 16, № 8. P. 2080 – 2095.
3. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю., Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. — СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.
4. Методы компьютерной обработки изображений В.А. Сойфера. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
5. www.google.ru
6. 8. Цифровая обработка изображений в информационных системах / И. С. Грузман, В. С. Киричук [и др.]. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с.