

Tallinna Ülikool

Matemaatika ja Looduste Instituut

Füüsika õppetool

Digitaalne pilditöötlus ja pildituvastamine.

Digitaalne Fourier analüüs.

Referaat

Koostaja: Evgeni Nikolaevski

Rühm: F-3

Tallinn 2009

Sisukord

Sissejuhatus.....	3
Digitaalne pilditöötlus ja pildituvastamine.....	4
Kuidas digipilti saadakse?	5
Digitaalne Fourier analüüs.....	7
Kuidas see töötab.....	7
Kasutamine.....	9
Levinud variandid.....	20
Kokkuvõte.	22
Kasutatud kirjandus:	23

Sissejuhatus.

Referaadis räägin ma digitaalsest pilditööstlusest ja pildituvastamisest, ning digitaalsest Fourier analüüsist, kuidas see toimib ja mida saab sellega teha. Loodan, et referaat käsitleb sellist laia teemat võimalikult sisutihedalt ja hästi.

Digipildi puhul saab pildistaja osaleda otseselt pildi lõpliku valmimise juures. Igaüks saab teha pilte nii, kuidas soovib ning milliseid tahes. Fototööstlustarkvarad annavad autorile suure võimaluse muuta piltide kvaliteeti ja kompositsiooni.

Digitaalne pilditöötlus ja pildituvastamine.

Digitaalne pilditöötlus, on arvuti algoritmide kasutamine, digitaalse pildi muutmiseks. Digitaalsel pilditöötlusel on mitu eelist analoog pildi töötlemisel. See võimaldab kasutada palju suuremat hulka algoritme sissetulevatel andmetel ja võimaldab mööda hiilida probleemidest, nagu müra kogunemist ja pildi moondumist töötluse käigus.

Paljud digitaalse pilditöötluse tehnoloogiad olid arendatud juba 1960 aastatel. Kuid tol ajal see oli väga kulukas, arvutid olid väga kallid ja aeglased, ning nõudsid suri kulutusi. Juba 1970 aastatel digitaalne pilditöötlus laienes, odavamate ning parema riistvara tulekuga. Pilte sai juba töödelda reaalses ajas, rakendust oli leitud nii televisioonis, kui ka teistes valdkonnastes.

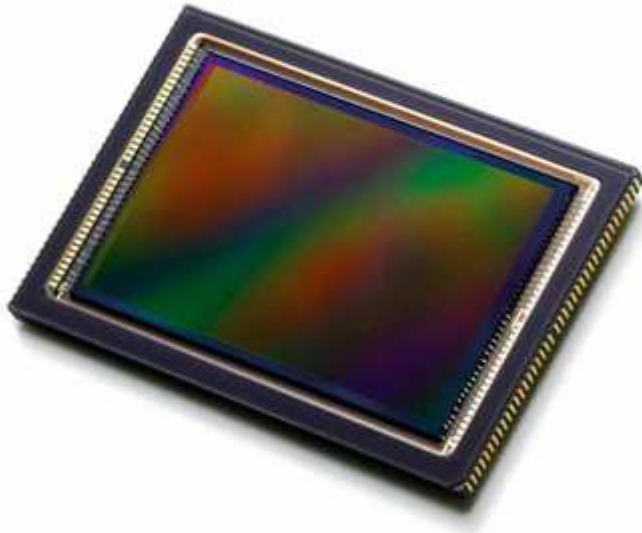
Kiirete arvutite tulekuga, digitaalne pilditöötlus sai võimalikuks tava elus, sest see on mugav ning ei vaja erilisi kulutusi.

Digitaalsesse pilditöötlusesse sisse käib: heleduse, kontrastsuse muutmine, negatiiviks tegemine, mastaabi muutmine, keeramine, meedia filtrid jne. Kuid ainult sellega pilditöötlus ei lõpe.

Pildituvastamine on küberneetika osa, mis arendab objektide, protsesside, signaalide jne kvalifitseerimis ja indifitseerimis meetodeid. Tuvastamise alla lähevad sellised asjad nagu: tähtede, triipkoodide, auto numbrite, nägude, pildi tuvastamine.

Tuvastamismeetodideid on mitmeid, optilise tuvastamiseks võib kasutada objekti võrdlust erinevate nurkade all, erinevate suurustega, nihetega. Tähtede jaoks on vaja vaadata ja võrrelda erinevaid šrifte, nende omadusi jne. Teine võimalus on leida objekti kontuuri ja uurida tema omadusi, võrrelda.

Kuidas digipilti saadakse?



Nii nagu fotoaparaadiski tekkib ka digikaamera sisemuses pildimotiivi ümberpööratud ja vähendatud kujutis.

Põhiline erinevus seisneb aga selles, et digikaameras ei paikne kujutise tasapinnas mitte valgustundlik film, vaid miniatuursed valgustundlikud seadmed, CMOS või CCD elemendid. Kuigi nimetused on erinevad töötavad mõlemad samal põhimõttel. Väiksegabariidilisel seadmel paiknevad valgusdiodid, mis reageerivad valguse toimele ja väljastavad kaamera arvutile elektrilised signaalid iga pildipunkti kohta. Selleks, et valgusdiodid suudaksid eristada ka värve on nende ette paigutatud punased, rohelised ja sinised filtrid.



Selline on enamlevinud digikaamera sensori ehitus. Valgustundlikud diodid on kaetud värviliste filtrite mosaiigiga



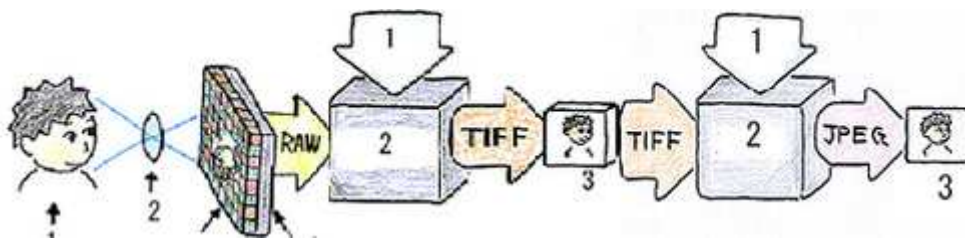
Mosaiikfiltrid lasevad läbi vaid ühe lainepikkusega valguskiirgust. Tavaliselt kasutatakse punaseid, rohelisi ja siniseid filtreid.



Filtrid on paigutatud nii nagu joonisel näha. Tulemusena moodustub mosaiik, milles on 50% rohelise-, 25% punase- ja 25% sinisetundlikke valgusdioode.

Sensorile langeva, pildistatava objekti värvilise kujutise poolt valgusdiodides tekitatud elektriliste signaalide väärtused registreeritakse kaameraarvutis, teisendatakse kahendkoodi ja salvestatakse kokkulepitud kujul failina digikaamera mälukaardil. Nagu joonisel näha, ei ole kolme põhivärvi värvifiltrite arv võrdne. CCD-dl või CMOS-l kõrvuti paiknevate valgusdiodide kohale on filtrid paigutatud nii, et rohelised katavad 50%, ning punased ja sinised filtrid vaid mõlemad vaid 25% sensoritest. Nii, et tegelikult ei ole kolme miljoni pikseliga digikaamera sensoril mitte iga värvi eristamiseks kolme miljonit valgusdiodi. Enamik neist, ehk siis 1,5 miljonit on muudetud tundlikuks rohelistele kiirtele, 0,75 miljonit on punasetundlikud ja 0,75 miljonit sinisetundlikud.

Digikaameraga tehtud pilt sisaldaks väljaöeldud pikselite arvule vastavat informatsiooni hoolitseb kaameraarvuti spetsiaalne programm, mis arvutab-oletab kõikide pildipunktide jaoks välja RGB arvude väärtused. Sõltumata sellest, millist sensorit digikaamera kasutab on tema tööpõhimõtte lihtne ja loogiline.



Läbi objektiivi digikaamera sensorile langev kujutis tekitab valgustundlikes diodides elektrilised signaalid, milliste suurused sõltuvad kujutise heledusest ja värvusest. Olenemata sellest, milline on kaamera tööpõhimõtte väljastab digikaamera sensor päästikule vajutamise järgselt nn. RAW faili, mis salvestub kõigepealt kaamera vahemälusse (buffer memory).

RAW fail on oma olemuselt digipildi mustand. Sisaldades informatsiooni kõigi valgustundlikul sensoril paiknevate valgusdiodide mõõtmistulemuste kohta ei sobi ta, vähemalt mitte veel tänase seisuga trükifailiks. Selleks, et pilti oleks võimalik aparadi või arvutiekraanil näha tuleb ta muuta standardseks pildifailifailiks. Kaameras paiknev arvuti teeb selle töö ära kiiresti, vaid mõne sekundiga ja sõltuvalt kaamerakasutaja valikust on võimalik salvestada mälukaardile kas suuremahuline TIFF fail või sellest tunduvalt väiksem, kokkupakitud JPEG fail. Paljud kaamerad võimaldavad ka RAW faili salvestamist, eesmärgiga töödelda mustandit

hiljem, tunduvalt kiirema lauaarvuti ja palju mitmekülgsemate võimalustega tarkvara abil. Kaameratootjate poolt väljatöötatud RAW failide konverteerimiseks mõeldud tarkvarad võimaldavad pildistamisjärgselt muuta kõiki pildifaili parameetreid. Olulisel määral, tavaliselt +/- 2 EV arvu on võimalik korrigeerida säri, muuta saab kontrastust, teravust, värviküllastust, pikslite arvu, valge balanssi jne.. Eeltoodud eelised on põhjuseks, miks paljud elukutselised kasutavad pildistamisel RAW salvestamise võimalust.

Digitaalne Fourier analüüs.

Fourier Transform on tähtis kujutise töötlemisvahend, mis jagab pildi siinus ja koosinus komponentideks. Transformatsiooni väljund esindab Fourieri või sagedusdomeeni, sisend esindab ruumdomeeni. Fourieridomeeni kujutisel esitatakse iga punkt kindla sagedusega, mis on ka ruumdomeeni kujutisel.

Fourier Transformi kasutatakse väga laialdaselt, nt kujutise analüüs, pildifiltrid, kujutise taastamine ja kompressioon.

Kuidas see töötab.

Kuna meil tuleb tegemist teha vaid digitaalkujutistega, piirdume vaid Diskreetse Fourier Transformiga (DFT)

DFT on vaid näidis Fourier Transformist, seega puudub selles terve sagedusulatus, mis kujutisel olemas on. Selle asemel on olemas selline sagedustekogumik, mis on võimeline tervet kujutist ruumdomeenis kirjeldama. Sageduste arv vastab pikselite arvule, seega on ruumkujutis ja Fourieri kujutis sama suurusega.

Ruudukujulise kujutisega, suurusega $N \times N$, antakse kahedimensiooniline DFT:

$$F(k, l) = \frac{1}{N^2} \sum_{a=0}^{N-1} \sum_{b=0}^{N-1} f(a, b) e^{-i2\pi(\frac{ka}{N} + \frac{lb}{N})}$$

us $f(a, b)$ on ruumdomeeni kujutis ja eksponentsiaalne tähis Fourieri ruumi baasfunktsiooni $F(k, l)$ kohta. Võrrandit saab tõlgendada kui: iga punkti $F(k, l)$ kohta, mis saadakse, korrutades ruumkujutise vastava baasfunktsiooniga ja liites tulemused.

Baasfunktsioonid on siinus ja koosinuslained suurenevate sagedustega, nt $F(0,0)$ tähistab kujutise DC-komponenti, mis väljendab keskmist heledust ja $F(N-1,N-1)$ tähistab suurimat sagedust.

Samamoodi saab Fourier kujutist muuta tagasi ruumidomeeni. Vastupidise Furier Transformi väljendatakse:

$$f(a, b) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} F(k, l) e^{i2\pi(\frac{ka}{N} + \frac{lb}{N})}$$

Saavutamaks antud võrrandi kohta tulemust, tuleb iga kujutise punki kohta arvutada topeltsumma. Kusjuures, Fourier Transformi saab lahutada, siis saab seda väljendada ka:

$$F(k, l) = \frac{1}{N} \sum_{b=0}^{N-1} P(k, b) e^{-i2\pi \frac{lb}{N}}$$

Kus

$$P(k, b) = \frac{1}{N} \sum_{a=0}^{N-1} f(a, b) e^{-i2\pi \frac{ka}{N}}$$

Kasutades kahte võrrandit, transformeeritakse ruumdomeeni kujutis kõigepealt vahekujutiseks, kasutades N ühedimensionaalset Fourier Transformi. See vahekujutis transformeeritakse lõppkujutiseks, kasutades veelkord N ühedimensionaalset Fourier Transformi.

Väljendades kahedimensionaalset Fourier Transformi kui seeriat $2N$ ühedimensionaalseid transformatsioone vähendab vajaminevate arvutuskäikude hulka.

Isegi selliste arvutuskäikude säästmisega omab tavaline, ühedimensionaalne DFT, N^2 keerukust. Seda saab vähendada $N \log_2 N$ kujule, kui kasutada Fast Fourier Transformi (FFT) ühedimensionaalse DFT arvutamiseks. See on väga suur areng, silmas pidades just suuri pilte. On olemas mitmeid FFT vorme ja enamik neist piirab sisendkujutise suurust, mida võib transformeerida, sageli $N = 2^n$ kujule, kus n on arvväärus. Matemaatilised detailid on kirjanduses seletatud.

Fourier Transform tekitab keeruka, numberväärtusega väljundkujutise, mida saab näidata kahel viisil: õige osa ja kujuteldava osaga või magnituudi ja faasiga. Kujutise töötlemisel kuvatakse sageli vaid magnituudi, kuna see sisaldab enamiku ruumdomeeni kujutise geomeetrilise struktuuri infost. Kuigi, kui tahetakse peale osalist töötlemist sagedusdomeenis Fourieri kujutist tagasi ruumkujutiseks transformeerida, siis peavad olema olemas Fourieri kujutise magnituud ja faas.

Fourier domeeni kujutisel on palju suurem ulatus, kui ruumdomeeni kujutisel. Seega, et olla piisavalt täpne, arvutatakse ja salvestatakse väärtused „float“ väärtustena.

Kasutamine.

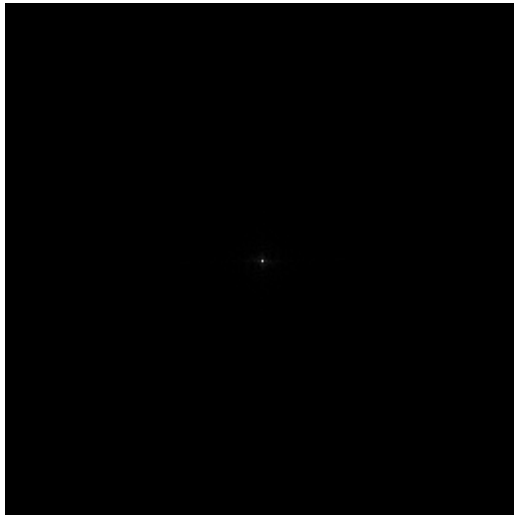
Fourier Transformi kasutatakse siis, kui tahetakse ruumdomeeni kujutise geomeetrilisele karakteristikale. Kuna kujutis lahutatakse Fourieri domeenis sinusoid komponentideks, siis on lihtne jälgida või töödelda kujutise teatud sagedusi, sellega muutes ruumkujutise geomeetrilist struktuuri.

Enamikes kasutusalaades nihutatakse Fourieri kujutist selliselt, et DC-väärtus (ehk kujutise keskvärtus) $F(0,0)$ kuvatakse kujutise keskele. Mida kaugemal on kujutise punkt keskpunkti, seda suurem on selle vastav sagedus.

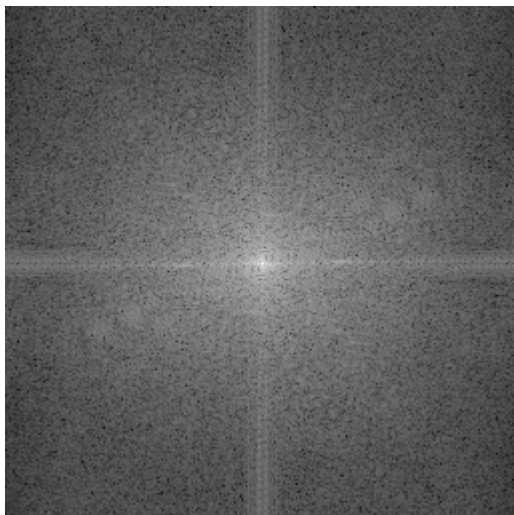
Alustame sellest, kui lisame Fourier Transform:



Magnituud arvutus keerukast tulemusest:

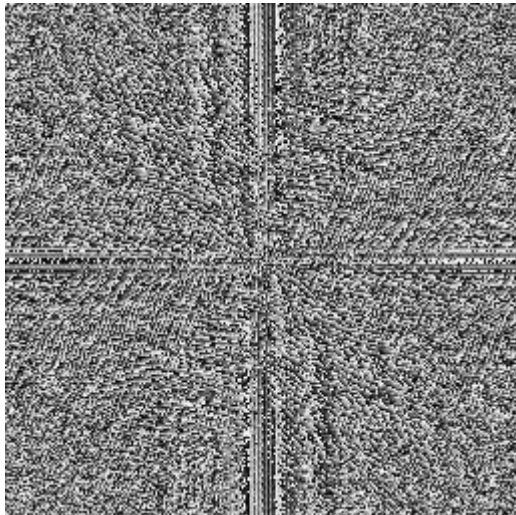


DC-väärtus on kujutise kõige suurem komponent. Kuigi, Fourieri koefitsientide dünaamiline ulatus (nt Fourieri kujutise tihedus) on ekraanile kuvamiseks liiga suur, seega kõik teised väärtused kujutatakse mustana. Kui lisada kujutisele logaritmiline transformatsioon, saame:



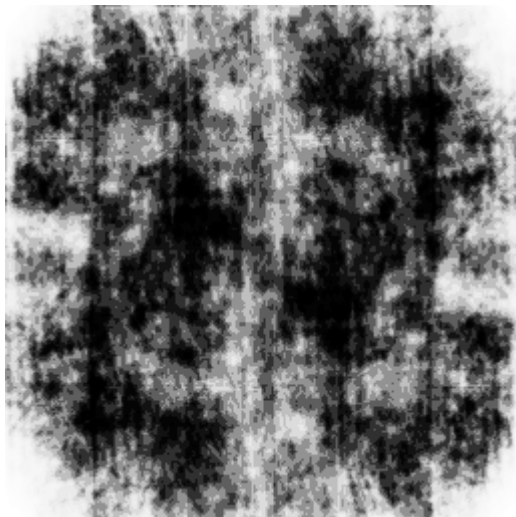
Tulemused näitavad, et kujutis sisaldab komponente kõigile sagedustele, kuid nende magnituud väheneb suurematel sagedustel. Seega, madalamad sagedused omavad rohkem informatsiooni, kui kõrged. Transformeeritud kujutis näitab samuti, et Fourieri kujutisel on kaks peamist suunda, üks liigub vertikaalselt, teine horisontaalselt läbi keskpunkti. Need tulenevad tavamustrist originaalkujutise tagaplaanil.

Fourieri Transformi faas on näidatud:



Iga punkti väärtus määrab vastava sageduse faasi. Nagu ka magnituudikujutisel, näeme ka siin pildil horisontaal- ja vertikaaljooni, mis vastavad originaalkujutise mustritele. Faasikujutis ei anna palju uut informatsiooni ruumdomeeni kujutise kohta; seega järgnevates näidetes piirduakse ainult magnituudi näitamisega.

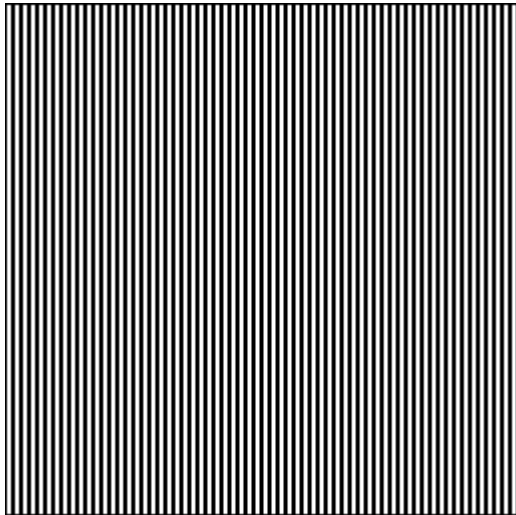
Enne, kui me lõpetame faaskujutisega, peab märkima, et kui lisada Fourier Transform eelnevale magnituudikujutisele, ignoreerides faasi (ja histogrammiliselt ühtlustame väljundi) saame:



Kuigi pilt sisaldab samu sagedusi (ja sageduste hulka) kui originaalpilt, on see tundmatuseni rikutud. See näitab, et faasinformatsioon on kriitilise tähtsusega, kui tahetakse taastada õige ruumdomeeni kujutis.

Praegu katsetame lihtsate kujutistega, et anda aimu, kuidas transformatsioon töötab. Fourieri Transformi suhet perioodilistesse mustritesse märkab nendel tehiskujutistel kergesti.

Kujutis



Omab 2 pikseli laiuseid vertikaalribasid, selle kujutise Fourier Transform näeb välja:



Kui hoolikalt vaadata, on näha kolme põhiväärtust: DC-väärtust ja kuna Fourieri kujutis on sümmeetriline oma keskpunktiga, kahte punkti, mis kuuluvad originaalkujutisel olevate triipude sageduste kirjeldamiseks. Need kaks punkti asuvad horisontaalsel joonel, mis kulgeb läbi kujutise keskpunkti, sest kujutise intensiivsus ruumdomeenis muutub kõige rohkem just siis, kui liikuda horisontaalselt.

Punktide kaugus keskpunktist saab selgitada järgnevalt: maksimaalset sagedust, mida saab ruumdomeenis esindada, on kahe pikseli laiused ribad (üks valge, teine must)

$$f_{\max} = \frac{1}{2 \text{ pixels}}$$

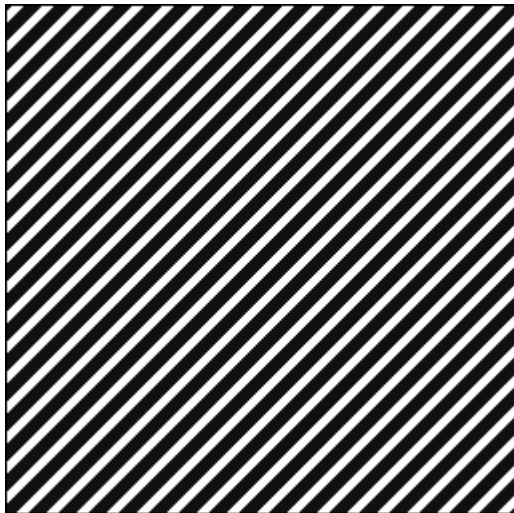
Seega, kahe pikseli laiused ribad ülemisel pildil esindavad:

$$f = \frac{1}{4 \text{ pixels}} = \frac{f_{\max}}{2}$$

Seega, Fourieri kujutisel olevad punktid on poole peal keskpunkti ja ääre vahel, st esindatud sagedus on pool maksimumist.

Edasine Fourieri pildi uurimine näitab, et teiste sageduste magnituudid kujutisel on vähem kui $\frac{1}{100}$ DC-väärtusest, st nad ei muuda kujutisel silmnähtavalt midagi. Kahe väiksema punkti magnituudid on mõlemal juhul 2/3 DC-väärtusest.

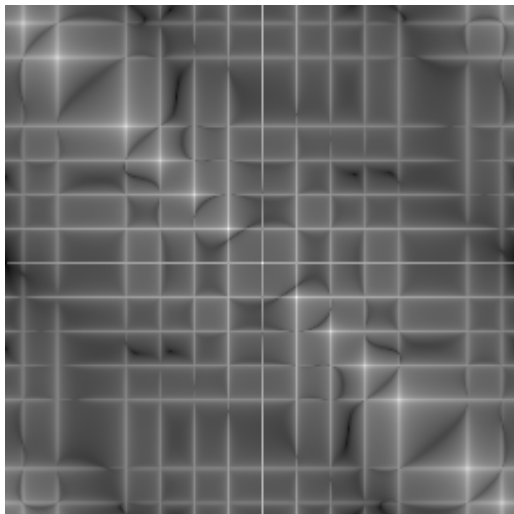
Sarnast efekti, nagu eelpool nähtud pildi puhul, võib näha, kui lisada Fourieri Transform:



Mis koosneb diagonaalsetest triipudest.



Selle pildi peal olev Fourieri Transformi magnituud näitab, jällegi, et töödeldud kujutise peamised komponendid on DC-väärtus ja kaks punkti, mis vastavad triipude sagedusele. Kuid, logaritmiline Fourieri Transformi transformatsioon,



Näitab, et kujutis sisaldab nüüd palju väiksemaid sagedusi. Peamine põhjus on see, et diagonaali saab vaid aimatavalt ruudukujuliste pikselitega kuvada, seega, on vaja lisasagedusi, et kujutis kokku langeks. Logaritmiline lineaartransformatsioon muudab üksiku sageduse mõju originaalkujutisele tajumise keerukamaks. Et leida kõige olulisemad sagedused, piirame originaalset Fourieri kujutist 13. Tasemel. Tulenev Fourieri kujutis

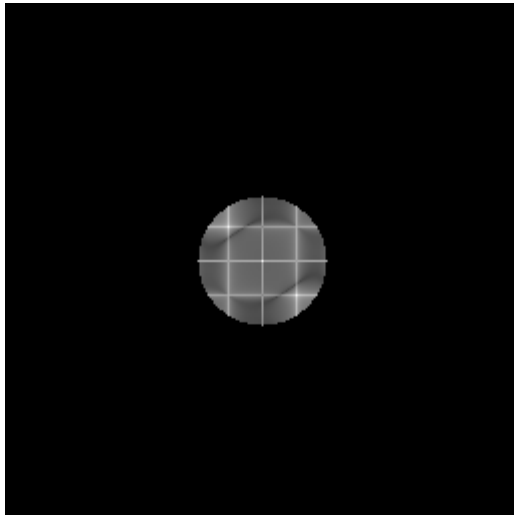


Näitab kõiki sagedusi, mille magnituud on vähemalt 5% peamisest väärtusest. Võrreldes algse Fourieri kujutisega, tekib mitu uut punkti juurde. Neil on sama diagonaal, nagu kolmel peamisel komponendil, st nad kõik pärinevad perioodilistest triipudest. Kõik esindatud sagedused on ruumdomeeni baassagedus triipude koopiad.

Seda põhjustab hammas signaal, nagu ka triibud, mille sagedused f_{rect} koosnevad siinuslainetest $f_{sine} = n \times f_{rect}$, mida tuntakse kui f_{rect} harmoonikuid. Kõik teised sagedused kaovad Fourieri kujutiselt, kuna nende magnituud on väiksem, kui 5% DC-väärtusest.

Fourieri Transformeeritud kujutist saab kasutada sagedus filtris. Lihtne näide eelpool toodud pildiga. Kui me korrutame Fourieri kujutise

Kujutisega, mis sisaldab ringi ($r = 32$ pikselit), võime kõik sagedused võimendada suuremaks kui f_{rect} , nagu on näidatud logaritmiliselt tranformeeritud pildil



Lisades vastupidise Fourieri Transformi, saame

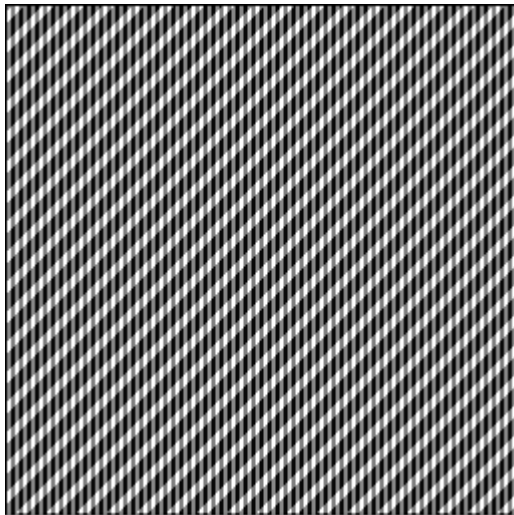


Saavutatud kujutis on originaalse ruumdomeeni kujutise madalpääs filterdatud versioon. Kuna kõik sagedused on ära kaotatud, jääb järgi vaid pidev DC-väärtus ja siinuslaine sagedusega f_{reel} . Edasised näited on Sagedus Filtreerimise töölehel.

Fourieri Transformi omadus, näitena kasutatud üleliigse müra eemaldamine, on lisamise jaotavus. Selle illustreerimiseks lisame keerukama Fourieri kujutise kahele eelmisele näitekujutisele. Et tulemust kuvada ja peamiseid suurimaid väärtusi rõhutada, piirame keeruka kujutise magnituudi:



Lisades vastupidise Fourieri Transformi keerukale kujutisele, saame



Vastavalt jaotuvuse seadusele, on see kujutis kahe originaalse ruumdomeeni kujutise otsene summa.

Viimane näide oleks (nt teksti suuna leidmine), kus Fourier Transformi kasutatakse ruumdomeeni kujutiselt geomeetrilise struktuuri info saamiseks. Teksti tuvastust, kasutades kujutise töötlemist, on lihtsustatud, kuna võime eeldada, et tekstiread on eelmääratud suunas. Siin näidatakse, kuidas Fourier Transformi kasutatakse teksti algse suuna leidmiseks ja pööramist vigade parandamiseks.

Näide:

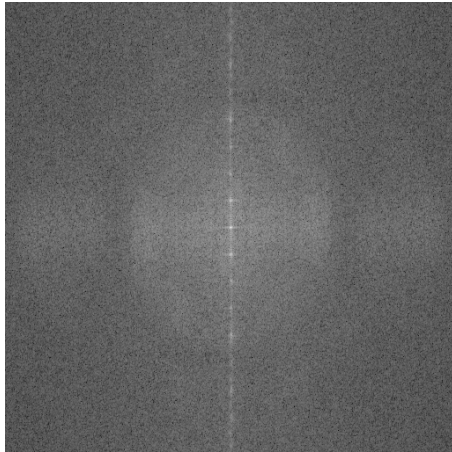
Sonnet for Lena

O dear Lena, your beauty is so vast
It is hard sometimes to describe it fast.
I thought the entire world I would impress
If only your portrait I could compress.
Alas! First when I tried to use VQ
I found that your cheeks belong to only you.
Your silky hair contains a thousand lines
Hard to match with sums of discrete cosines.
And for your lips, sensual and tactual
Thirteen Crays found not the proper fractal.
And while these setbacks are all quite severe
I might have fixed them with hacks here or there
But when filters took sparkle from your eyes
I said, 'Damn all this. I'll just digitize.'

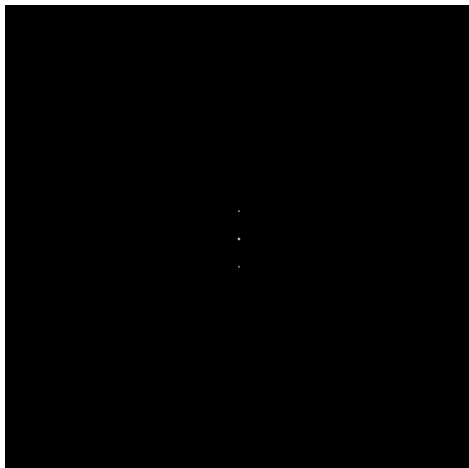
Thomas Colthurst

by

Binaarkujutis Inglikeelsest tekstist. Selle Fourier Transformi magnituudi logaritm on



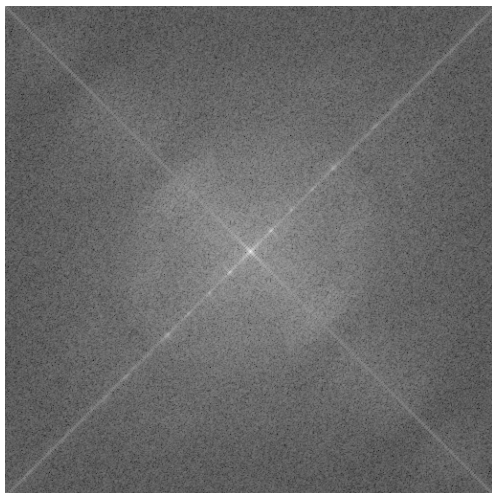
Ja



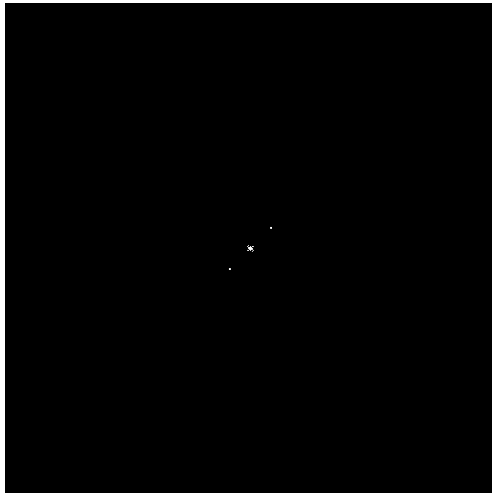
On Fourieri kujutise piiratud magnituud. Näeme, et peamised väärtused asetsevad vertikaalselt. See tähendab, et sisendkujutise tekstiread on horisontaalselt. Kui jätkame samamoodi ka



Mida on 45° pööratud, saame



ja



fourieri ruumis. Täheksime, et Fourieri domeenis olevate tippväärtuste jooned on pööratud vastavalt sisendkujutisele. Teine joon logaritmilises kujutises tuleneb pööratud kujutise mustadest nurkadest.

Kuigi suutsime leida piirangud, mis eraldasid peamised tippväärtused taustast, on Fourieri kujutisel veel mõistlik kogus müra. See on põhjustatud tähtede ebakorrapärasest mustrist. Neid taustväärtusi saab vähendada, samal ajal suurendades peamiste tippväärtuste erinevust, kui oleks võimalik tekstijoonest moodustada kindlad blokid. Seda saaks teha näiteks morfoloogilise operaatoriga.

Levinud variandid.

Teistsugune sinusoidiline transformatsioon (st transformeerimine sinusoidiliste baasfunktsioonidega) seotud DFT-ga on Diskreetne Koosinus Transform (DCT) $N \times N$ kujutisest, antakse DCT

$$C(k, n) = \alpha(k, n) \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} f(i, j) \cos\left(\frac{(2i+1)k\pi}{2N}\right) \cos\left(\frac{(2j+1)n\pi}{2N}\right)$$

koos

$$\alpha(k, n) = \begin{cases} \frac{1}{N} & \text{for } k, n = 0 \\ \frac{2}{N} & \text{for } k, n = 1, 2, \dots, N-1 \end{cases}$$

DCT peamine eelis on see, et väljundkujutis on reaalse väärtusega ja see on kiire transformatsioon. DCT peamine kasutusvaldkond on kujutise kompressioon, st vähendada

info hulka, mida on kujutise salvestamiseks vaja. Peale DCT tegemist on võimalik eemaldada koefitsient, mis enkodeerivad kõrgeid sagedusi, mida inimsilm pole võimeline eristama

Seega, andmehulka saab vähendada, kahjustamata inimsilmale mõjuvat kujutist.

Kokkuvõte.

Digipildi juhul on palju rohkem võimalusi saada häid tulemusi, võrreldes varasema ajaga. Digipildi eelselt on see, et sul on pildistamisel võimalik valida tundlikkust, valget balanssi, pildistamisjärgselt on võimalik enamikke eksimisi parandada. Ning digipildi puhul ei piirdu võimalused vaid saadaud tulemustega, sa võid neid suurendada, kõik sõltub ainult sellest, kuidas ja milleks sa seda informatsiooni kasutab.

Kasutatud kirjandus:

http://foto.diip.ee/post_images/rivos/2006/ap_foto_eri.pdf (1.05.2009)

<http://www.digital-photo.ru/> (4.05.2009)

<http://www.photoscape.ru/> (4.05.2009)

<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/fourier.htm> (7.05.2009)

<http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/fftdemo.htm> (7.05.2009)

http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_image_processing (3.05.2009)

http://www.shutterfly.com/learn/digital_photo_processing.jsp (3.05.2009)

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B0_%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9 (7.05.2009)

http://www.sati.archaeology.nsc.ru/gr/texts/image_process/index.html (3.05.2009)

http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2 (7.05.2009)