

|                            |  |           |
|----------------------------|--|-----------|
| Branko Radoš<br>0036481316 | FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA<br>SVEUČILIŠTA U ZAGREBU<br>Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo | 27.3.2018 |
|                            | <b>Digitalna obrada i analiza slike</b>  |           |
|                            | 1: Laboratorisjka vježba - Otipkavanje i kvantizacija  |           |

## Sadržaj

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. - Kvantizacija</b>               | <b>2</b>  |
| 1.1 - Zadaci - Kvantizacija . . . . .  | 2         |
| <b>2. - Otipkavanje</b>                | <b>5</b>  |
| 2.1 - Zadaci - Otipkavanje . . . . .   | 5         |
| <b>3. - Pikselizacija</b>              | <b>6</b>  |
| 3.1 - Zadaci - Pikselizacija . . . . . | 6         |
| <b>4. - Alias-efekt</b>                | <b>7</b>  |
| 4.1 - Zadaci - Alias-efekt . . . . .   | 7         |
| <b>5. - Moarški efekt</b>              | <b>14</b> |
| 5.1 - Zadaci - Moarški efekt . . . . . | 14        |

# 1. - Kvantizacija

## 1.1 - Zadaci - Kvantizacija

1) Matematički, kvantizaciju možemo definirati kao preslikavanje kodomene signala iz prostora  $\mathbb{R}$  u prostor  $\mathbb{N}$ .

Kvantizacija je proces u kojem se signal mijenja na način da se vrijednosti signala "zaokružuju" na točno određene (diskretne) vrijednosti (razine kvantizacije). Razlika između dvije susjedne razine kvantizacije naziva se korakom kvantizacije ili kvantom.

Veza kvanta i broja bitova potrebnih za kvantizaciju dana je s:

$$\frac{A}{2^B - 1} \quad (1-1)$$

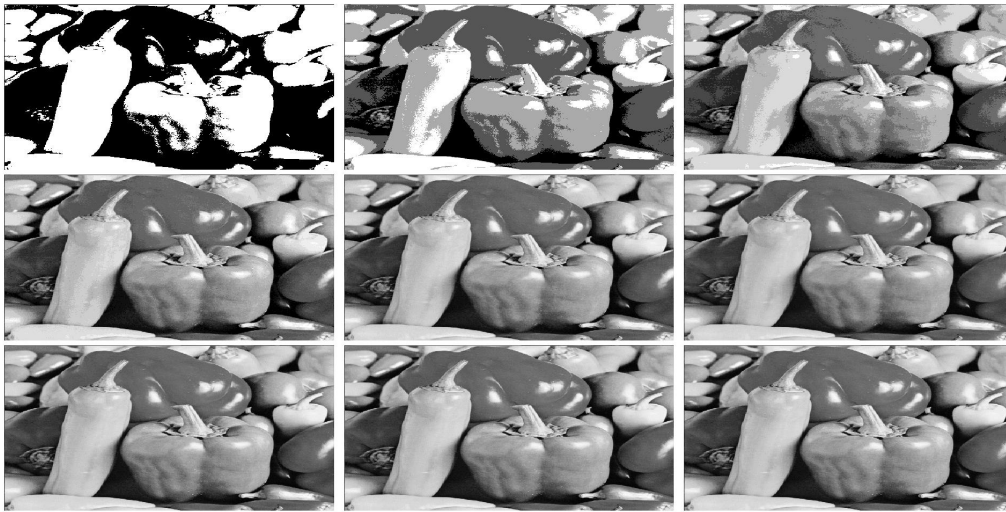
Matlabova funkcija *quant()* za diskretizacijski korak N radi simetrično s obzirom na ishodište s tim da je nula definirana na intervalu  $\langle -N/2, N/2 \rangle$ , idući korak je od  $[-3N/2, -N/2]$  odnosno  $[N/2, 3N/2]$ . Iz tog razloga je potrebno translirati podatke za  $-N/2$  i suziti ga (pomnožiti s 0.99) i dodati 0.01 (translacija nule kako bi se pravilno kvantizirala u nulu)

Utjecaj kvantizacije se uočava kada se kvantizira s 4 bita slika.

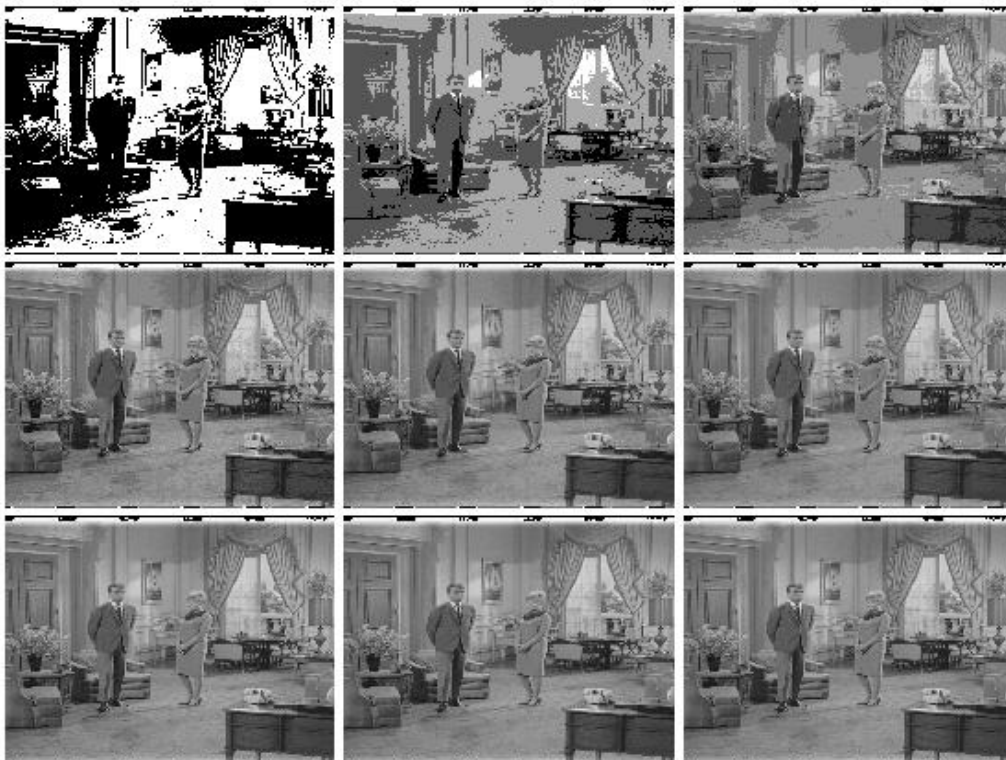


Slika 1-1: Slika gore je original, slika ispod je kvantizirana.

Kvantizacijom s jednim bitom imamo samo dvije razine nulu i max. Beskonačan broj ulaznih vrijednosti preslikava se u konačan broj izlaznih kodova. Ova pogreška se naziva kvantizacijska pogreška (ili kvantizacijski šum) i u idealnom slučaju varira između  $\pm 0.5$  LSB.



Slika 1-2: Prva slika je kvantizirana s 1 bitom, druga s dva (s lijeva na desno), zadnja je original(dolje lijevo)



Slika 1-3: Prva slika je kvantizirana s 1 bitom, druga s dva (s lijeva na desno), zadnja je original(dolje lijevo).



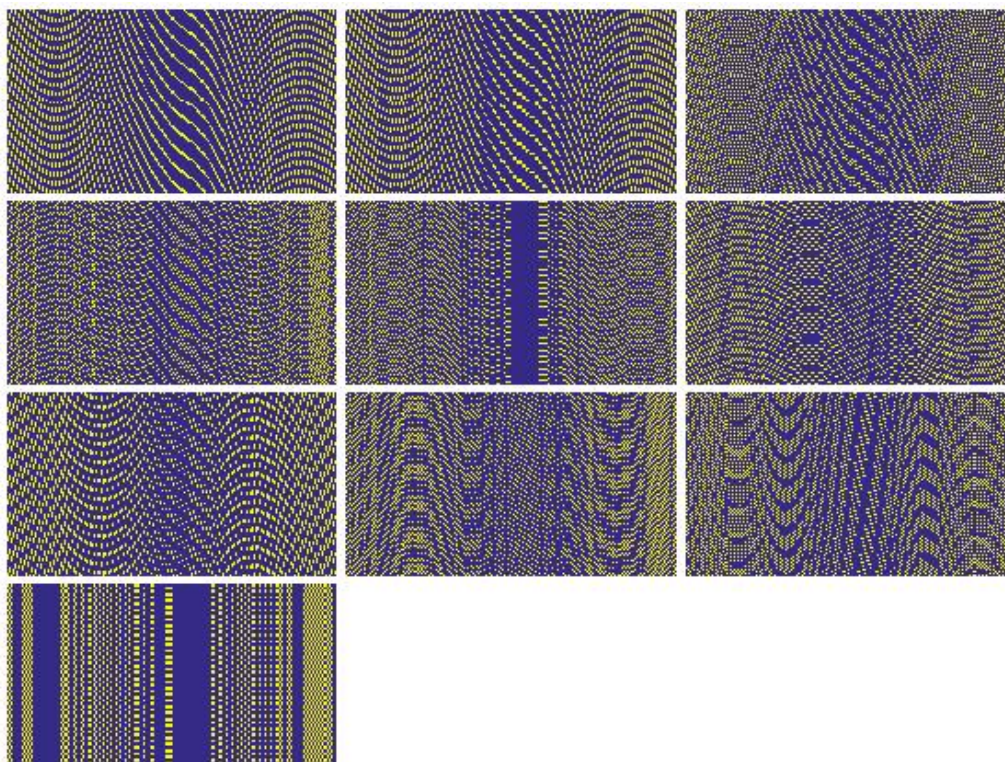
Slika 1-4: Prva slika je kvantizirana s 1 bitom, druga s dva (s lijeva na desno), zadnja je original(dolje lijevo) .

## 2. - Otipkavanje

Matematički, otipkavanje možemo definirati kao preslikavanje domene signala iz prostora  $\mathbb{R}$  u prostor  $\mathbb{N}$ .

Otipkavanje ili uzorkovanje signala je proces u kojem se od kontinuiranog signala dobiva diskretni signal, na način da se uzimaju vrijednosti (uzorci) originalnog signala samo na pojedinim mjestima (ili određenim vremenskim razmacima). Ukoliko su uzorci uzimani u pravilnim razmacima otipkavanje se naziva pravilnim ili homogenim. Odabirući frekvenciju otipkavanja (definiramo udaljenost između uzoraka koje želimo pohraniti) u okomitom i vodoravnom smjeru definirali smo količinu informacija koju ćemo pohraniti. Uzorkovana informacija predstavlja jednu točku digitalizirane slike. Kako je u digitalnom računalu nemoguće pohraniti kontinuirane signale radit ćemo s gusto otipkanim signalima, te njih otipkavati nekom manjom frekvencijom da bismo demonstrirali efekte otipkavanja. Ovaj proces naziva se podotipkavanje jer uzima podskup od postojećih uzoraka signala. Ukoliko želimo podotipkati sliku to jednostavno radimo uzimajući svako N-tu piknjicu.

### 2.1 - Zadaci - Otipkavanje



Slika 2-1: Prva slika je otipkana s razmakom 1 (odnosno original), druga s dva (s lijeva na desno).

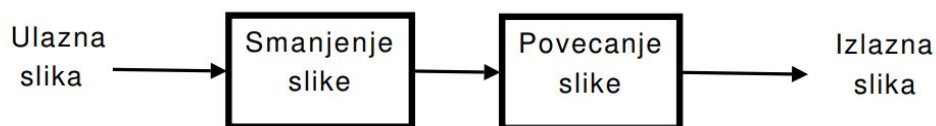
Kako slika ima nagle promijene boja drugačijim otipkavanjem dobivam potpuno drugačiju sliku odnosno iz otipkane se ne može znati kako je izgledao original.



### 3. - Pikselizacija

#### 3.1 - Zadaci - Pikselizacija

U ovom djelu vježbe demonstriran je takozvani ‘efekt šahovske pločce’ koji nastaje uslijed smanjivanja rezolucije. Ovaj efekt se ponekad koristi za skrivanje identiteta osobe na slici ili cenzuriranja nekih informacija i tada se naziva pikselizacija.



Slika 4.3.: Blok shema eksperimenta

Slika 3-1: Blok shema pikselizacija.

Smanjivanje slike za odabrani faktor te povećavanje za isti faktor ponavljanjem točaka ima efekt smanjivanja rezolucije slike.



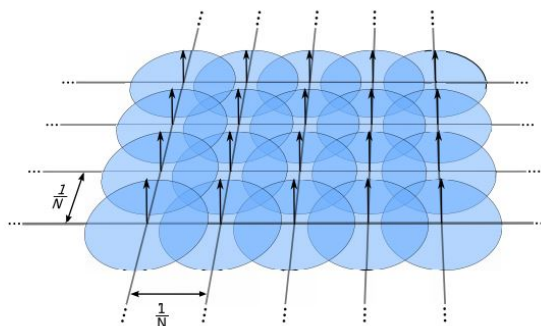
Slika 3-2: Blok shema pikselizacija.

1)

2) U funkciji *imresize()* argument 'nearest' predstavlja interpolaciju piksela po principu najbližeg susjeda.

## 4. - Alias-efekt

Prema Shannonovom teoremu otipkavanja, frekvencija otipkavanja mora biti dvostruko veća od najveće frekvencije koja se pojavljuje u signalu, da bi se signal mogao pravilno rekonstruirati. Ukoliko frekvencija otipkavanja nije dovoljno velika, događa se da dva signala različitih frekvencija više ne razlikujemo (jedan drugome su alias). Tu pojavu nazivamo preslikavanje spektra ili aliasefekt.



Slika 4-1: Skica alias-efekta.



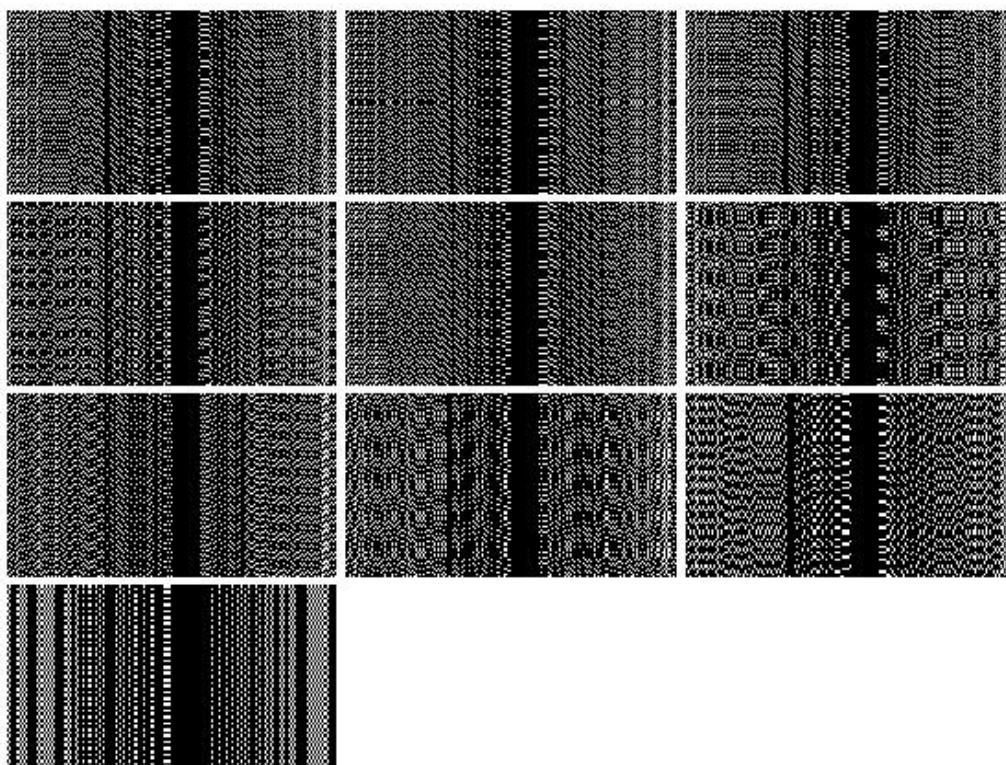
Slika 4-2: Blok shema alias-efekta.

Preslikavanje spektra dovodi do interferencije dvaju alias signala, što rezultira fenomenom zvanim moarški efekt.

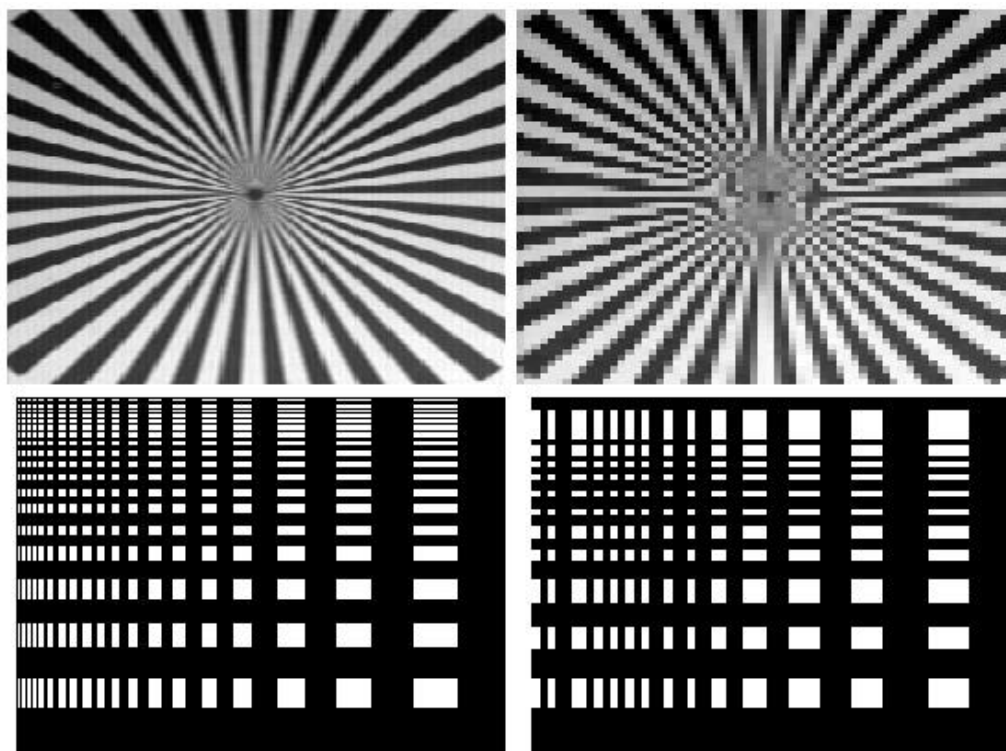
Da bi se izbjeglo preslikavanje spektra i interferencija signala ukoliko želimo smanjiti rezoluciju slike, nećemo samo otipkati sliku već ćemo prije toga odrezati više frekvencije u signalu (one koje bi se mogle preslikati). To radimo na način sliku filtriramo niskopropusnim filtrom. Najjednostavniji primjer niskopropusnog filtra je operacija prostornog usrednjavanja.

Usrednjavanje možemo i promatrati kao spremanje maksimalne količine informacije u što manji broj piksela. Nažalost, ovaj postupak nije reverzibilan.

### 4.1 - Zadaci - Alias-efekt



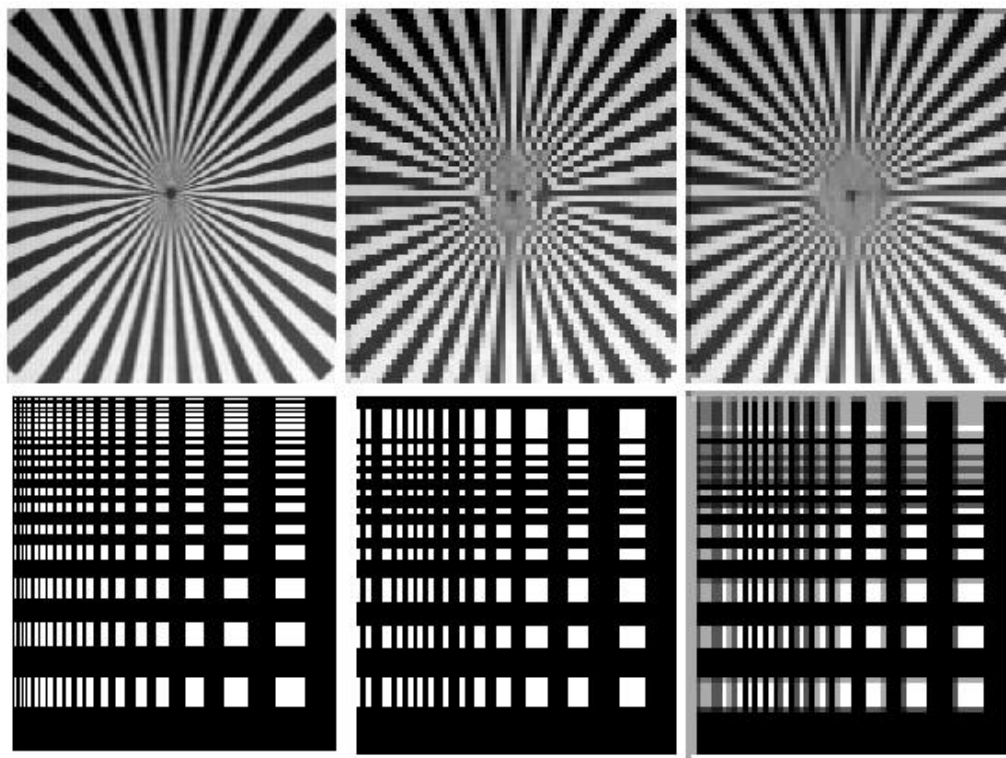
Slika 4-3: Zamućena i podotipkana slika asinh1.tiff s faktorom 1 do 10.



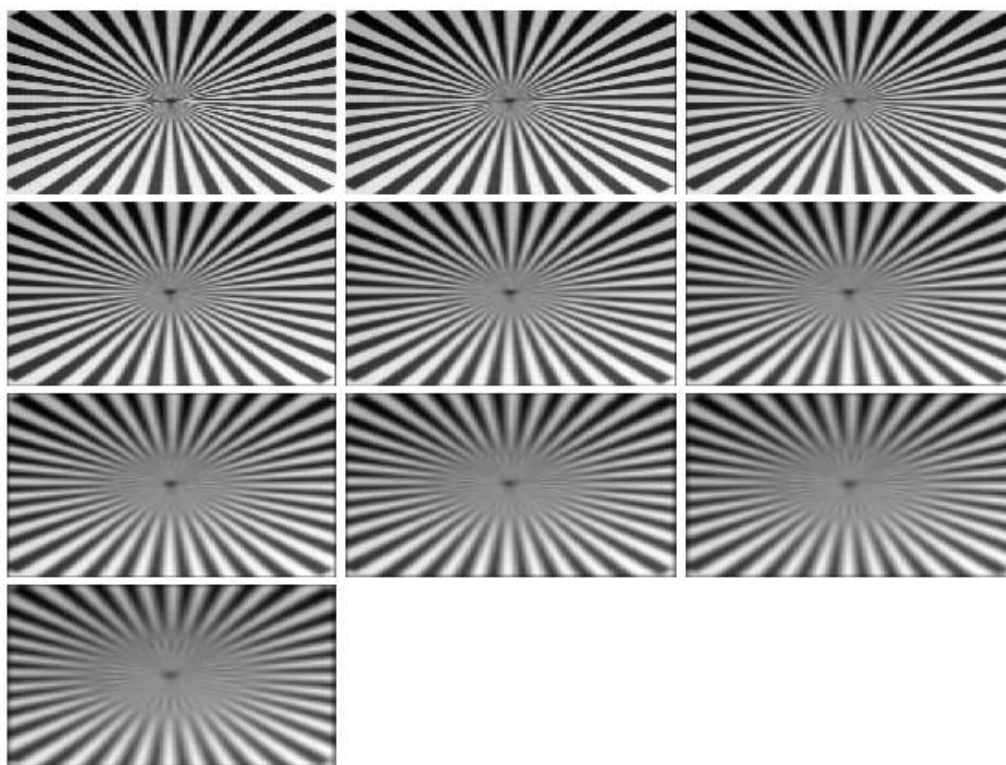
Slika 4-4: Podotipkane slike testpat1.tif i testpat2.tif četiri puta.



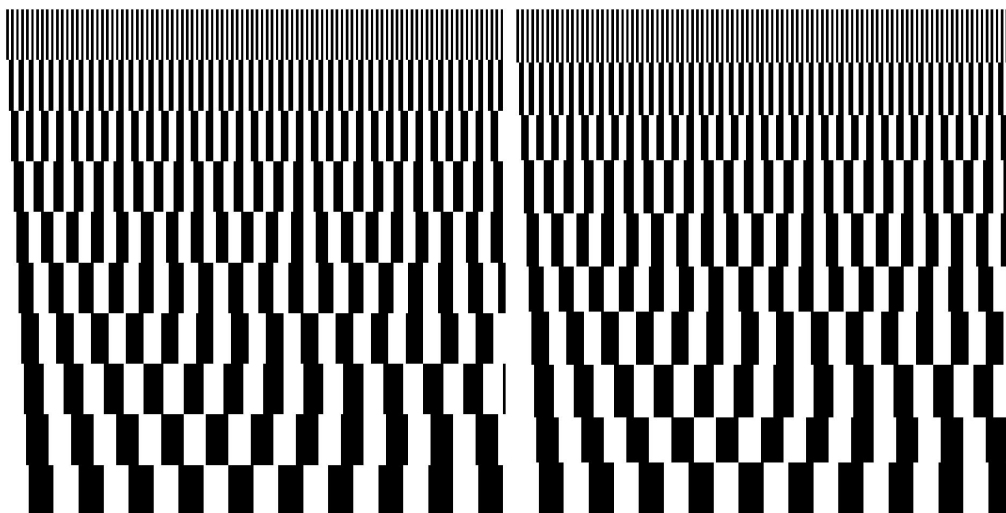
S nižim frekvencijama se ništa nije dogodilo, a više frekvencije su se preslikale u niže frekvencije.



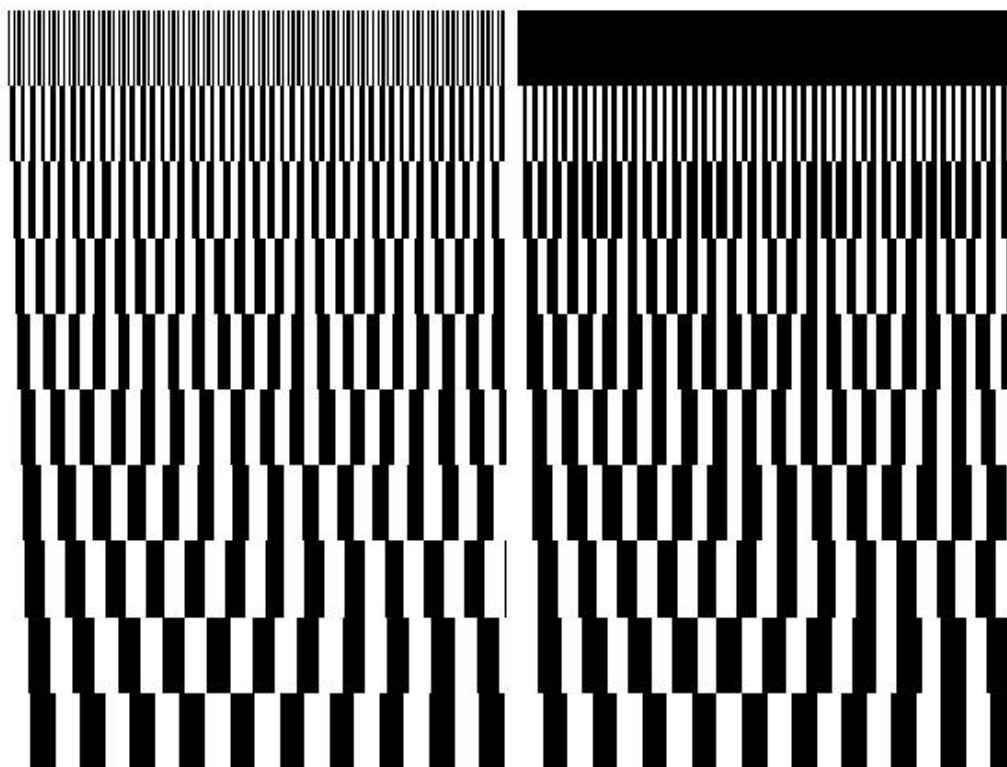
Slika 4-5: Lijevo su originalne , u sredini bez usrednjavanja i desno uz usrednjavanje.



Slika 4-6: Promijena veličine filtra za usrednjavanje od 1 do 10.

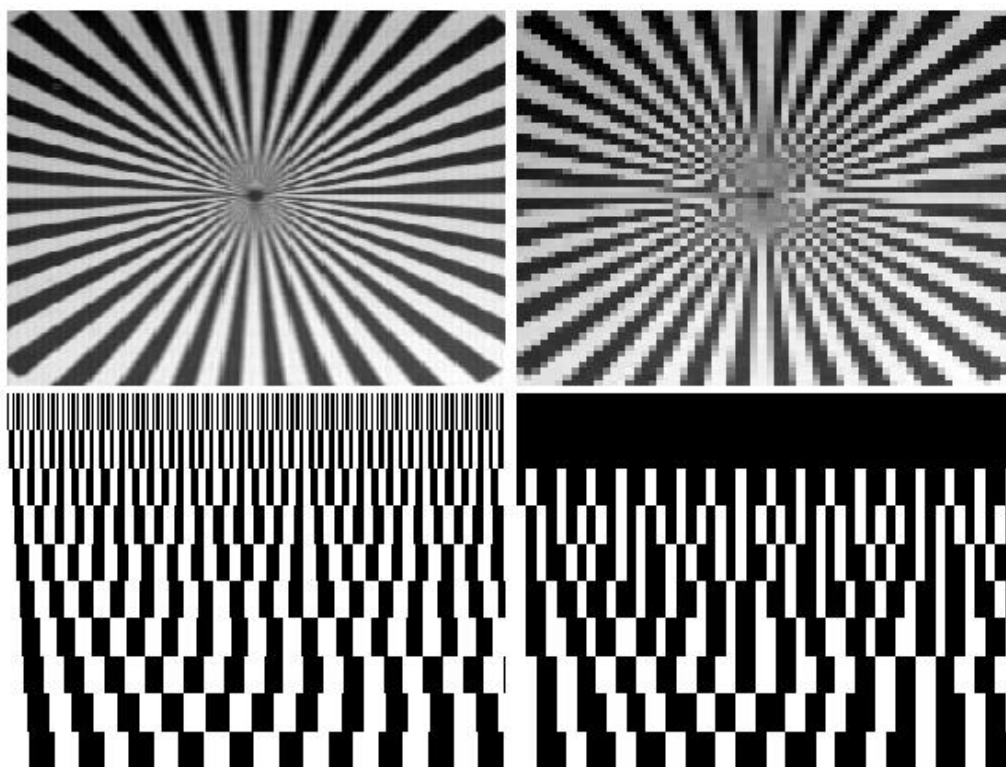


Slika 4-7: Slika uzorak.tif podotipkana za tri puta samo po x osi.



Slika 4-8: Slika uzorak.tif podotipkana za dva puta samo po y osi.

Podotipkavanjem po x osi nije se izgubila informacija odnosno originalna i podotipkana slika se razlikuju u sitnim detaljima jer promijene u x smjeru gotovo da i nema. Za razliku od y smjera gdje su promjene najveće u gornjem redu, a padaju prema dolje. Podotipkavanje slike u y smjeru rezultira drugačijom slikom od izvorne.



Slika 4-9: Smanjena rezolucija slika testpat1.tif i uzorak.tif za četiri puta koristeći naredbu `imresize()`.

Sa naredbom `imresize()` izgubilo se puno više podataka o slici nego podotipkvanjem. S naredbom smanjivanja slike ne može izbjeći postupak prefiltriranja jer s prefiltriranjem uklanjamo visoke frekvencije da se ne preslikaju kanijim postupkom poodtipkavanja. Dok kod smanjenja slike prisutne su sve visoke komponente.

Ukoliko frekvencija otipkavanja nije dovoljno velika dolazi do preslikavanja spektra odnosno alias efekta (dva signala različitih frekvencija više ne razlikujemo)



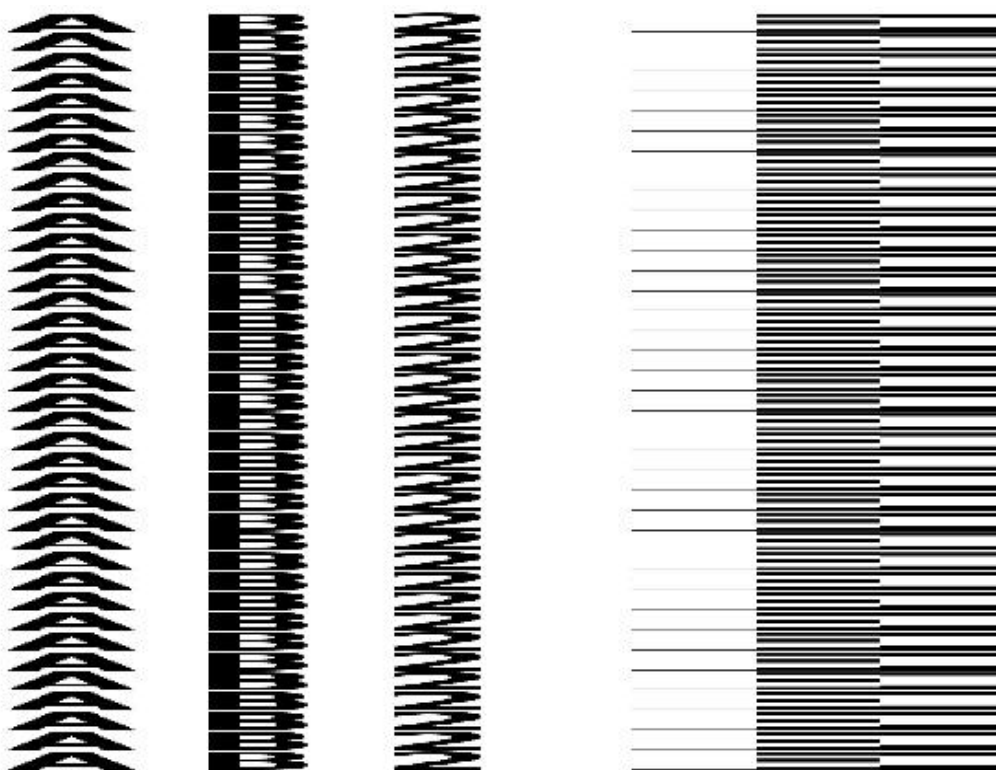
Slika 4-10: Smanjena rezolucija slika testpat1.tif i uzorak.tif za četiri puta koristeći naredbu `imresize()`.



## 5. - Moarški efekt

Moarški efekt je otkriven mnogo prije nastanka digitalnih računala, kao fenomen koji nastaje prilikom preklapanja različitih uzoraka (npr. tkanine). Moarški efekt u osnovi nastaje interferencijom različitih uzoraka (ili valova). Ako signale promatramo kao valove, možemo reći da moarški efekt nastaje i prilikom preklapanja spektra i pojavljivanja aliasa nekog signala. U prikazanom slučaju čovjek doživljava brojke i slova koja se ne nalaze na slici zbog vlastite percepcije, a koji je u Berlinskoj školi Gestalt psihologije opisan kao zakon neprekinutosti. Ova vrsta optičke iluzije je znana i pod nazivom materijalizacija<sup>9</sup>. Bitno je primijetiti da se isti efekt (doživljavanja objekta koji ne postoji) može postići i s računalom, kao alias-efekt.

### 5.1 - Zadaci - Moarški efekt

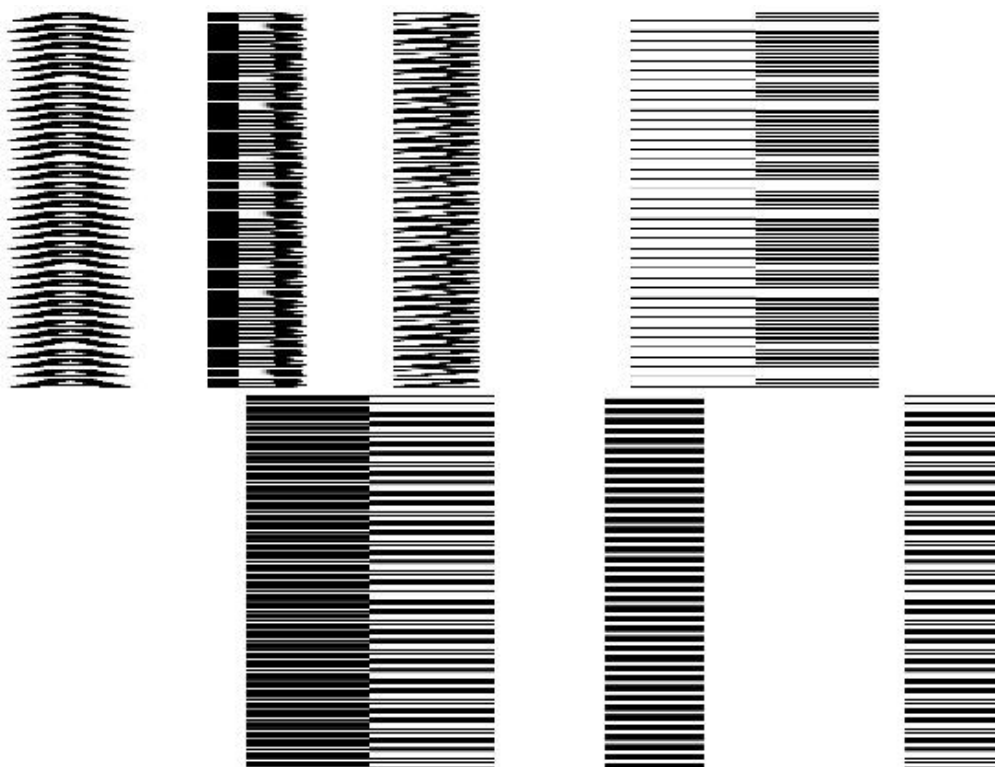


Slika 5-1: Slika lijevo je original, slika desno je podotipkana s faktorom 39 po y-osi.

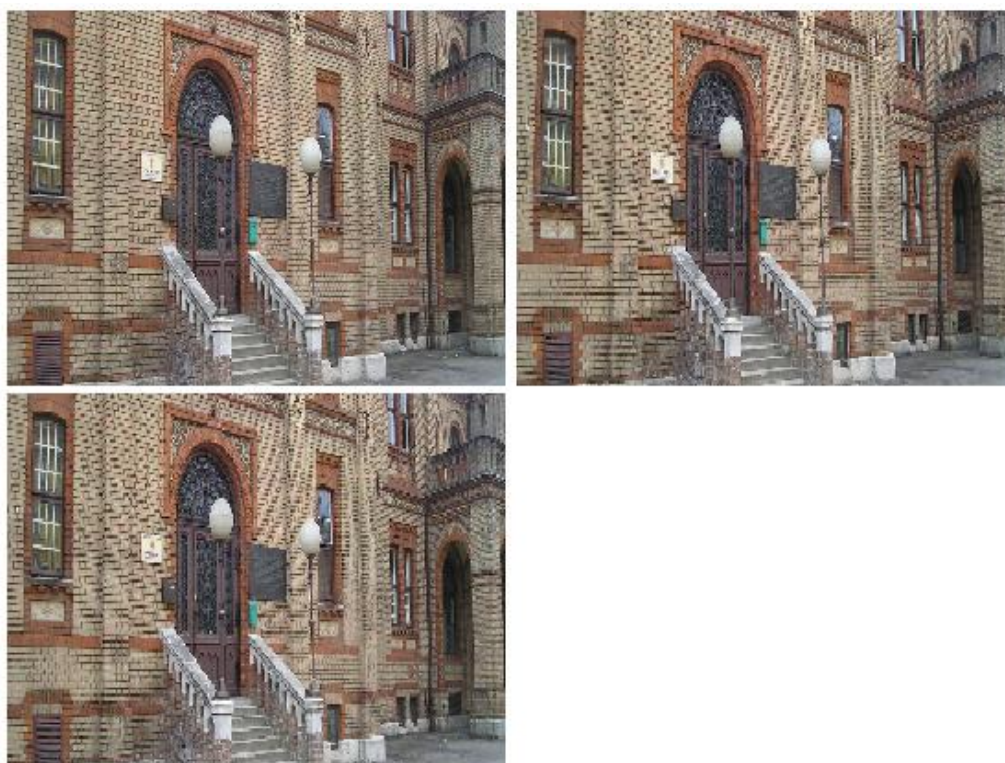
Uslijed određenog faktora otipkavanja dolazi do preklapanja spektra (aliasing) odnosno do interferencije signala -> moarški efekt.

Dolazi do aliasa (preklapanja spektra) što se manifestira kao moarškog efekta.

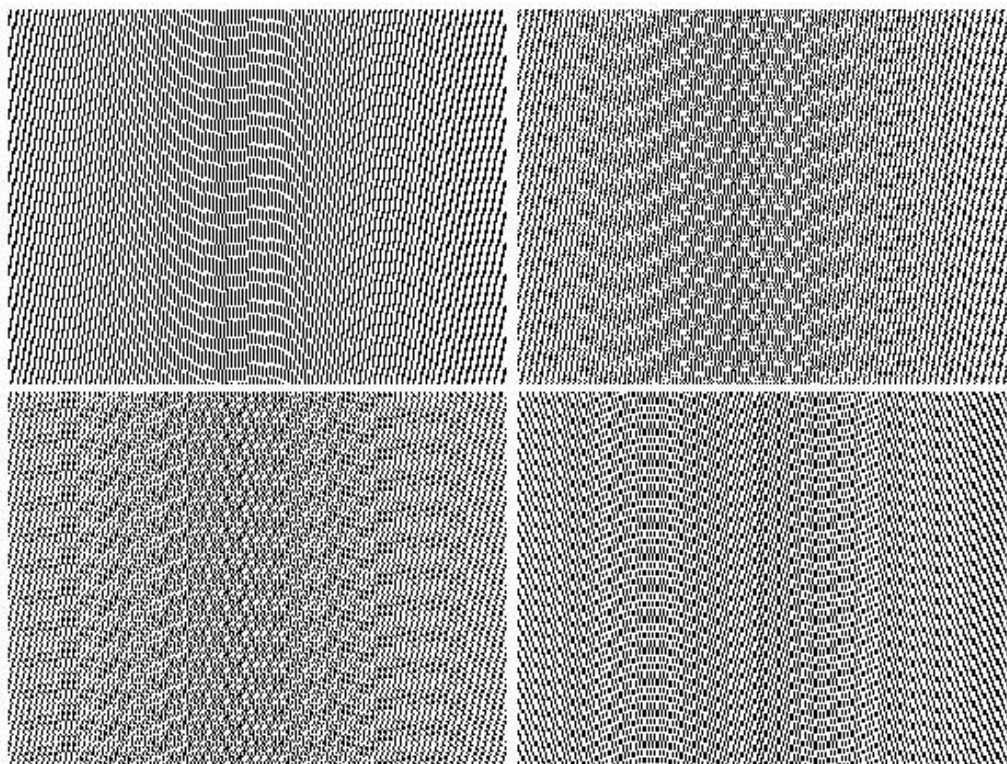
Do moarškog efekta može doći i prilikom skeniranja slika. Zbog preklapanja frekvencijskog spektra dolazi do aliasa i javljaju se interferencijski uzorci. Slike testpat.circ.tiff i asinh2.tiff su skenirane sa 300dpi, Simulirano što bi se dogodilo da su skenirane nekom manjom rezolucijom (200, 100 ili 50 dpi).



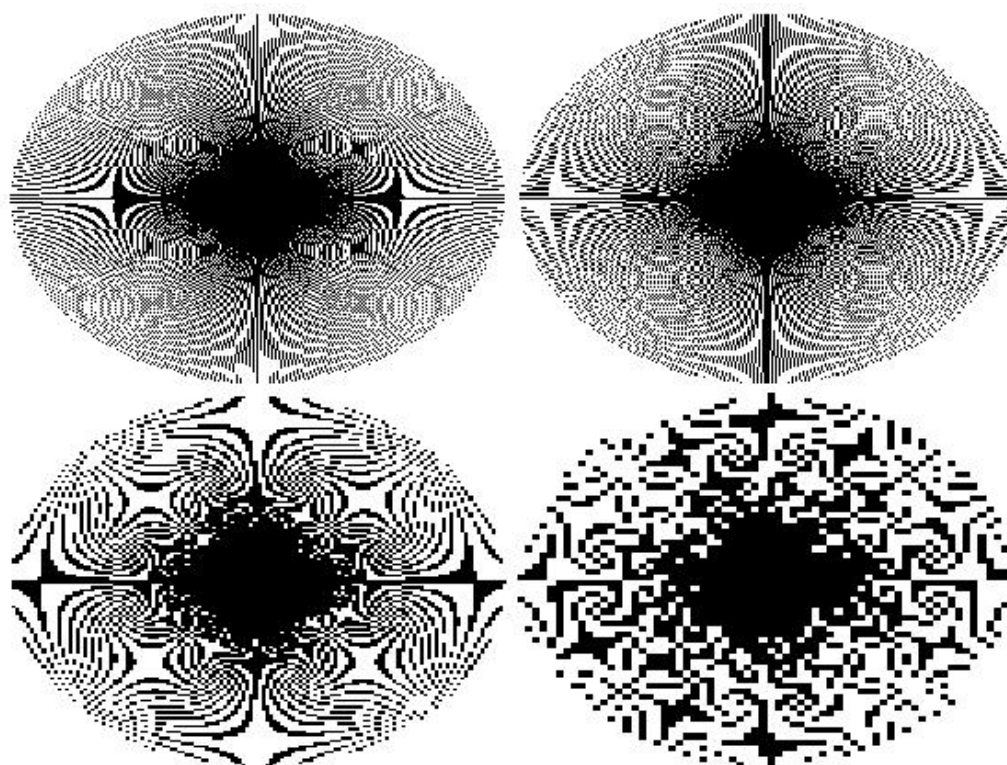
Slika 5-2: Slika gore lijevo je original, slika gore desno je podotipkana s faktorom 37 po y-osi, slika dolje lijevo je podotipkana s faktorom 40 po y-osi, slika dolje desno je podotipkana s faktorom 30 po y-osi.



Slika 5-3: Slika gore lijevo je original, slika gore desno je podotipkana s faktorom 37 po y-osi, slika dolje lijevo je podotipkana s faktorom 40 po y-osi, slika dolje desno je podotipkana s faktorom 30 po y-osi.



Slika 5-4: Slika gore lijevo je original, slika gore desno je podotipkana s faktorom 200/300 , slika dolje lijevo je podotipkana s faktorom 100/300, slika dolje desno je podotipkana s faktorom 50/300.



Slika 5-5: Slika gore lijevo je original, slika gore desno je podotipkana s faktorom 200/300 , slika dolje lijevo je podotipkana s faktorom 100/300, slika dolje desno je podotipkana s faktorom 50/300.