

Protočna FPGA arhitektura za filtriranje slike linearnim i adaptivnim medijanskim filtrom



FILIP PARAG

PARAG.FILIP@GMAIL.COM
GIMNAZIJA JOVAN JOVANOVIĆ ZMAJ
IV RAZRED, 1999

MIHAILO GRBIĆ

MIHAILOGRBIC99@GMAIL.COM
MATEMATIČKA GIMNAZIJA
IV RAZRED, 1999

MENTORI

STEFAN KRSMANOVIĆ
DRÄXLMAIER GROUP

ĐORĐE MARJANOVIĆ
STUDENT ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA

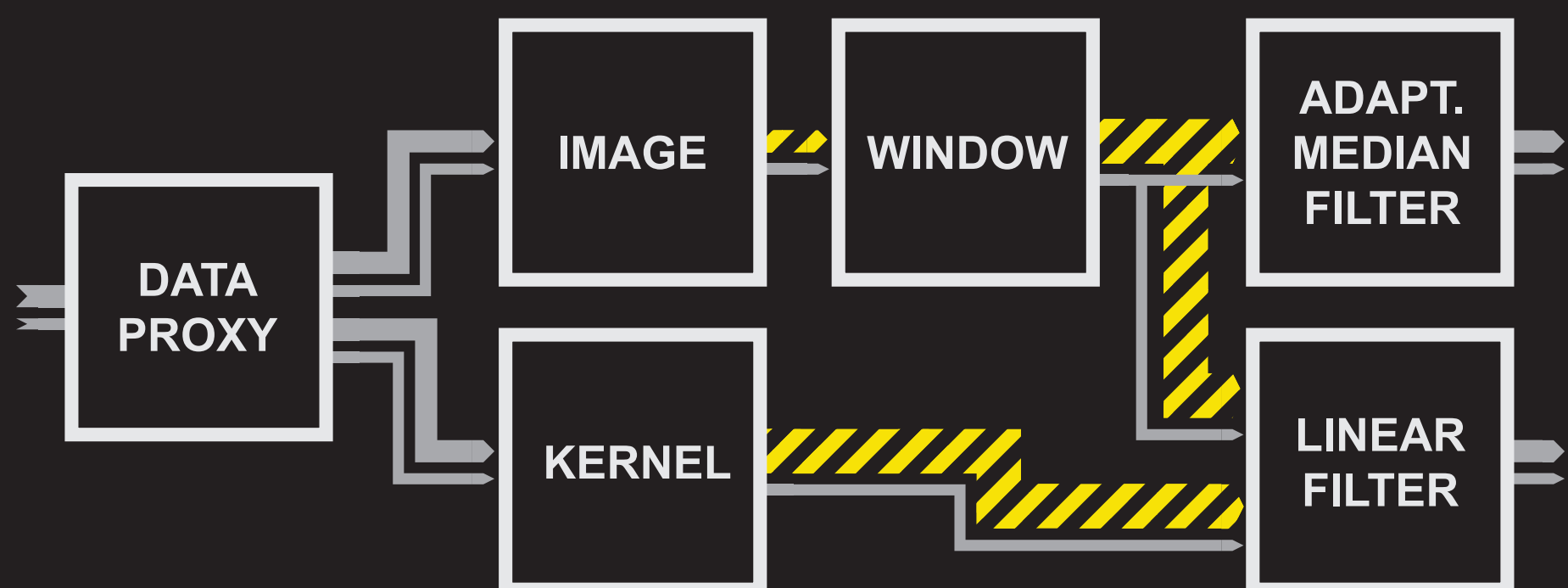
UVOD

Sa sve većom upotrebom obrade slike i snimaka u širokom spektru oblasti, uključujući medicinu, veštačku inteligenciju, satelitsko fotografisanje i mobilne aplikacije, javlja se potreba za integrisanim sistemima koji će brže i efikasnije vršiti različite metode obrade slike. U ovom radu je opisana digitalna protočna arhitektura na FPGA čipu za dva metoda filtriranja slike: linearni filter i adaptivni medijanski filter.

PROTOČNA FPGA ARHITEKTURA

Field-programmable gate array (FPGA) je vrsta reprogramabilnih integrisanih kola koja unutar sebe imaju veliki broj elementarnih komponenti čije se povezivanje određuje jezikom za opis hardvera (*Hardware Description Language*).

Opisana arhitektura otklanja potrebu za višestrukim učitavanjem svih podataka i omogućava njihov konstantan protok, to jest istovremenu obradu više uzastopnih podataka u različitim delovima čipa, što minimizuje vreme izvršavanja, po ceni zauzeća logičkih i memorijskih jedinica.

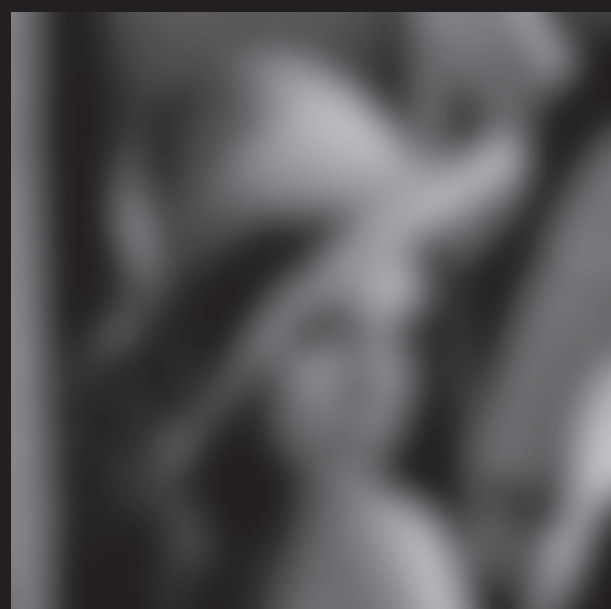


LINEARNI FILTER

Linearni filter je metod za obradu slike kod kog se vrednost određenog piksela dobija elementarnim množenjem luminanse piksela u njegovoj okolini sa vrednostima matrice filtra. Varirajući vrednosti matrice filtra, ovaj metod je moguće koristiti u mnogo različitih svrha, uključujući otklanjanje Gausovog šuma, izoštravanje slike i nalaženje ivica i kontura na slici.



ORIGINAL



GAUSOV FILTER



SOBEL FILTER

MEDIJANSKI FILTER

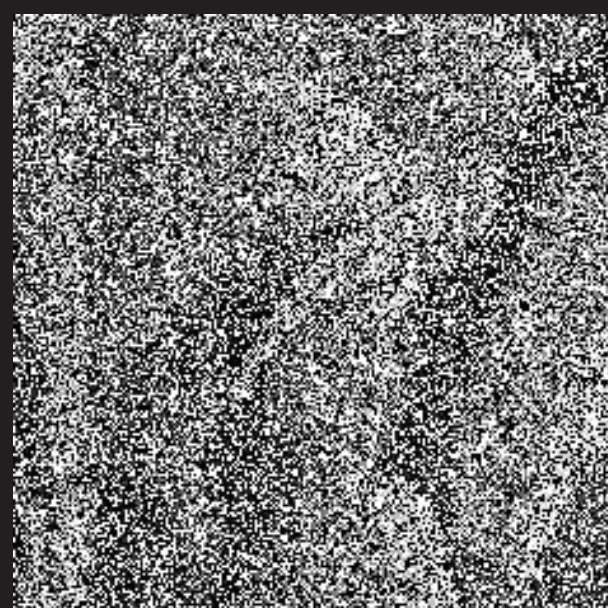
Medijanskim filtrom se vrednost određenog piksela dobija nalaženjem medijane luminanse piksela u njegovoj okolini. Medijanski filter se najčešće koristi za otklanjanje impulsnog šuma tj. mrtvih piksela, koji nastaju pri greškama u prenosu podataka ili delimičnim kvarom senzora kamere.

ADAPTIVNI MEDIJANSKI FILTER

Adaptivni medijanski filter je nadogradnja na klasičan medijanski filter, koji po potrebi automatski širi okolinu piksela. Ovaj filter, sa malim odstupanjima od idealnog, filtrira slike sa velikom količinom impulsnog šuma - od 30% do 70%.



BELI ŠUM



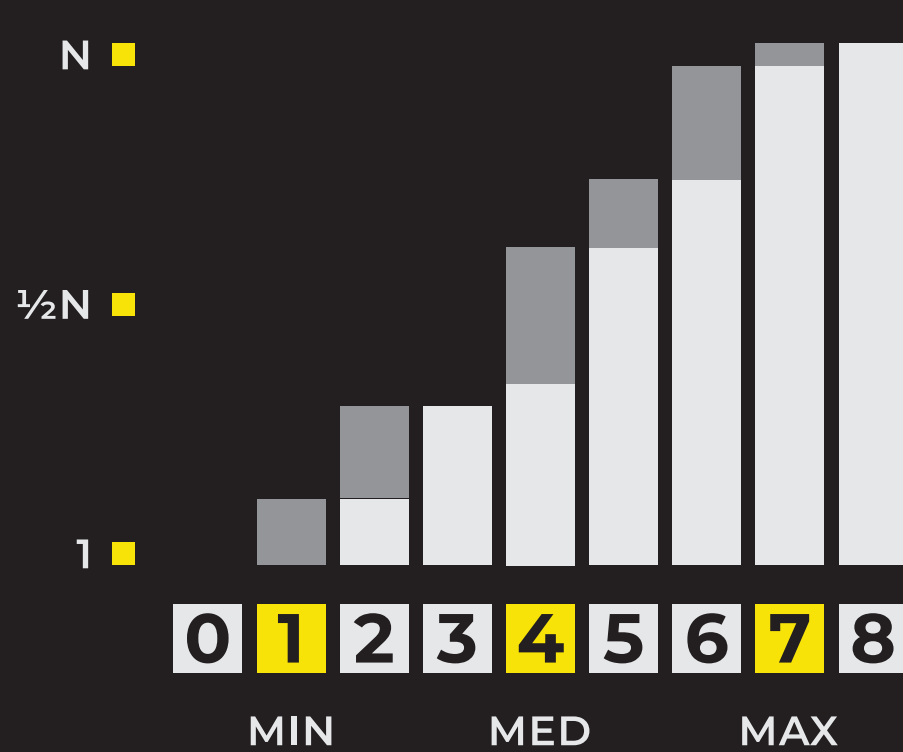
IMPULSNI ŠUM



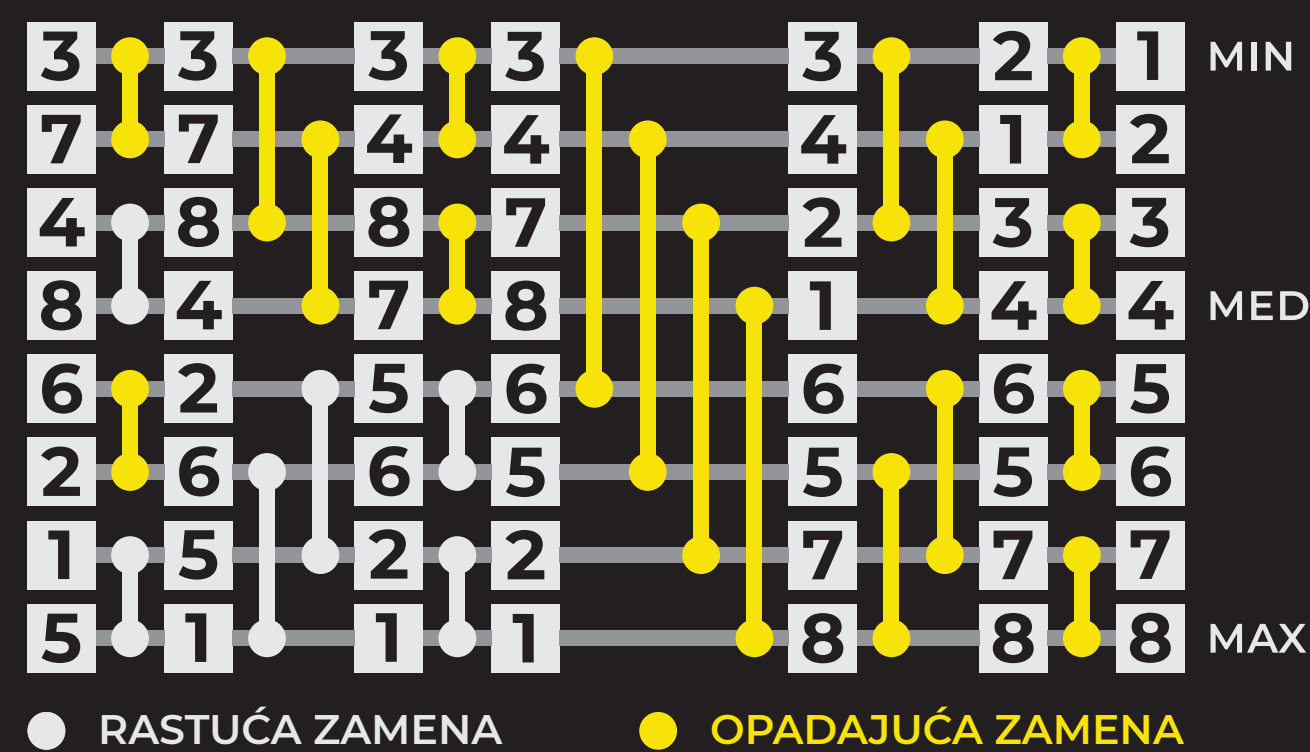
AD. MED. FILT.

U radu adaptivnog medijanskog filtra potrebno je odrediti minimum, medijanu i maksimum luminanse okolnih piksela. Za određivanje ovih vrednosti dizajnirane su i poređene dve protočne komponente: kumulativni histogram koji prebrojava pojavljivanje svih vrednosti luminanse piksela, i bitonik sorter koji sortira okolinu piksela po njihovoj vrednosti luminanse.

KUMULATIVNI HISTOGRAM



BITONIK SORTIRANJE



REZULTATI I DISKUSIJA

Arhitektura je analizirana, sintetizovana i fitovana u *Intel Quartus Prime* razvojnom okruženju. Nakon sinteze, arhitektura je simulirana i testirana u *ModelSim* simulatoru, gde je uspešno radila linearno i adaptivno medijansko filtriranje unete slike uz konstantan protok podataka. Memorijsko i logičko zauzeće komponenti obe arhitekture raste eksponencijalno u zavisnosti od veličine okoline, ali je u slučaju bitonik sortiranja dva do tri puta manje nego u slučaju kumulativnog histograma. S druge strane, početno kašnjenje bitonik sortera je neznatno duže od kumulativnog histograma - u proseku za 30 taktova.

Ograničenje veličine okoline	Logička utilizacija komponenti	Kašnjenje izlaznog signala
15	225 752	124 254
13	152 324	80 374
11	96 622	40 354
9	56 279	23 612
7	28 845	9 072
5	11 870	2 899

● KUMULATIVNI HISTOGRAM

● BITONIK SORTIRANJE