

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca



Implementarea prin hardware a unui algoritm de procesare a imaginilor

Student: Hojda Matei-Andrei

Grupa: 30238

Îndrumător: Dragoș Florin Lișman

Data: 06.01.2024

# Cuprins

1.	Rezumat.....	3
2.	Introducere.....	3
3.	Fundamentare teoretică .....	5
4.	Proiectare și implementare .....	7
5.	Concluzie.....	8

# 1. Rezumat

Tema acestui proiect constă în implementarea filtrului Gaussian de blurare pe o imagine citită dintr-un fișier și afișarea în paralel, pe un ecran cu VGA a imaginii originale și a celei blurate.

Obiectivele principale ale acestui proiect reprezintă implementarea filtrului Gaussian de blurare și conectarea unei plăci Nexys4 la un monitor cu VGA.

Pentru rezolvarea acestui proiect am folosit limbajul VHDL, iar pentru aplicarea filtrului am folosit filtrul Gaussian de 3x3.

# 2. Introducere

Tema proiectului este aplicarea filtrului Gaussian de blurare a imaginii, o tehnică comună în prelucrarea imaginilor pentru a obține un efect de estompare sau netezire, și proiectarea rezultatului obținut pe un ecran VGA cu ajutorul portului plăcuței Nexys4. Acest filtru este bazat pe distribuția normală și este utilizat în diverse domenii, inclusiv fotografie, grafică computerizată și prelucrare a imaginilor medicale.

Câteva contexte în care se aplică filtrul Gaussian:

- Fotografie digitală - filtrul Gaussian este folosit pentru a estompa anumite porțiuni ale unei imagini, ceea ce poate îmbunătăți aspectul general al fotografiei sau poate fi utilizat pentru a accentua subiectul principal prin crearea unui efect de profunzime.
- Grafică computerizată – filtrul Gaussian este adesea aplicat pentru a crea efecte de blurare în designul de interfețe utilizator sau pentru a îmbunătăți aspectul general al elementelor grafice.

- Prelucrarea imaginilor medicale - filtrul Gaussian poate fi folosit pentru a îmbunătăți vizualizarea sau pentru a reduce zgomotul în imagini medicale, cum ar fi cele obținute prin tomografie computerizată sau imagistica prin rezonanță magnetică.
- Securitatea și confidențialitatea - filtru Gaussian poate fi folosit pentru a anonimiza sau a estompa anumite informații sensibile din imagini, păstrând în același timp caracteristicile generale ale imaginii.

Tendențele tehnologice legate de aplicarea filtrului Gaussian pot include:

- Îmbunătățiri ale algoritmilor de filtrare - continuarea cercetărilor în domeniul algoritmilor de filtrare ar putea aduce îmbunătățiri în eficiența și calitatea filtrului Gaussian, permițând aplicarea acestuia într-un spectru mai larg de aplicații.
- Integrarea în timp real - o tendință importantă poate fi integrarea filtrului Gaussian în soluții de prelucrare a imaginilor în timp real, ceea ce ar permite utilizarea sa în domenii precum realitatea virtuală, realitatea augmentată sau streaming-ul video.
- Îmbunătățiri în prelucrarea paralelă - dezvoltarea de tehnologii pentru prelucrarea eficientă a imaginilor în paralel pe procesoare multi-nucleu sau pe arhitecturi de calcul distribuit ar putea contribui la o aplicare mai rapidă și eficientă a filtrului Gaussian.

Domeniul de prelucrare a imaginilor are o importanță considerabilă în societatea modernă, influențând o gamă largă de industrii și facilitând inovații semnificative în domenii precum sănătate, tehnologie, securitate și divertisment. Folosind tehnici și algoritmi avansați, prelucrarea imaginilor

aduce contribuții semnificative la progresul științific și tehnologic, având un impact puternic asupra vieții cotidiene.

Problema ce trebuie rezolvată constă în implementarea filtrului Gaussian de blurare aplicat unei poze citite din fișier la nivel de biți. În continuare, după ce s-a realizat implementarea corectă a filtrului, aceste imagini (imaginea originală și cea pe care s-a aplicat filtrul) se vor transmite prin portul VGA al plăcuței Nexys4 la un monitor cu port VGA pentru a le putea observa diferențele mult mai clar. Obiectivele principale ale acestui proiect le reprezintă implementarea filtrului Gaussian de blurare, care va folosi filtrul Gaussian de 3x3, prin care vom obține a doua imagine, și conectarea și afișarea acestor imagini pe un monitor cu port VGA.

Soluția acestei probleme constă în citirea imaginii originale în format binar, după care vom parcurge fiecare pixel în parte și vom aduna la el valorile vecinilor lui (excluzând pixelii care reprezintă marginile imaginii), iar apoi vom shifta la dreapta cu 4 rezultatul acelei sume (filtrul Gaussian de 3x3 reprezintă o împărțire a rezultatului cu valoarea 16, ceea ce înseamnă o shiftare cu 4 poziții).

### 3. Fundamentare teoretică

Pentru a înțelege fundamentele teoretice legate de proiectul de aplicare a filtrului Gaussian de blurare a imaginii, este important să examinăm modelele, metodele și tehnologiile relevante în domeniul prelucrării imaginilor.

Vom lua în considerare aspecte precum filtrarea imaginilor, teoria distribuției normale (Gaussiene), și modalitățile de implementare:

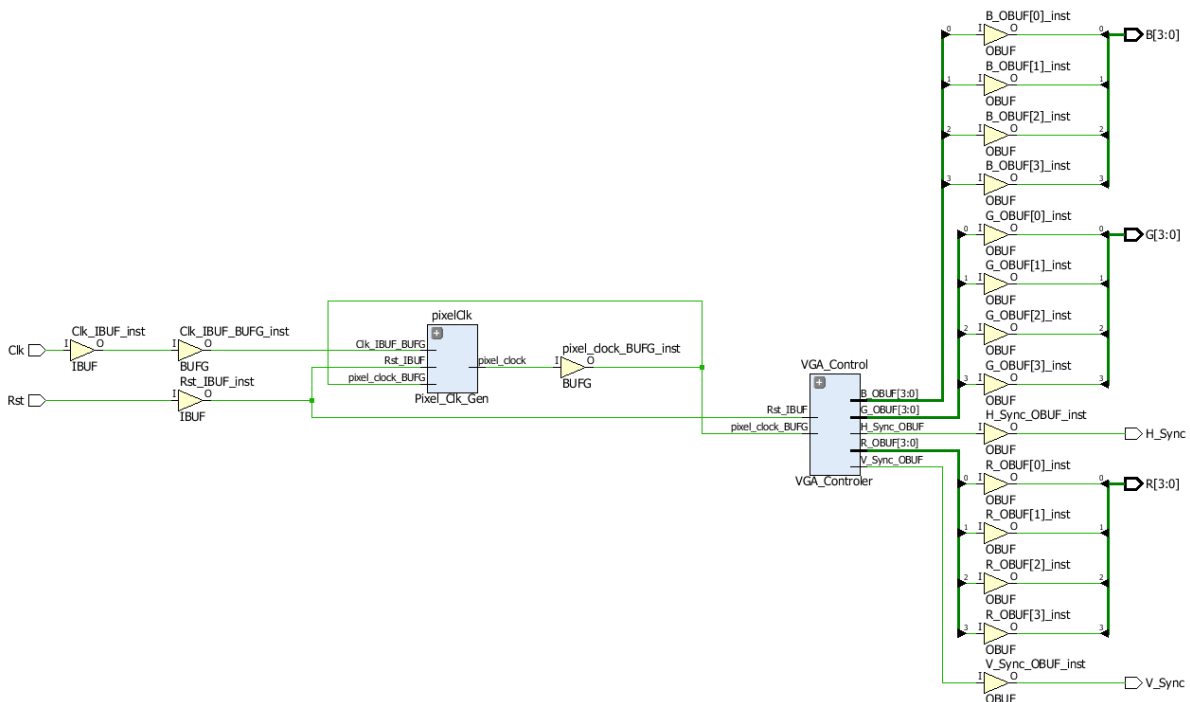
- Filtrarea Imaginilor - filtrarea imaginilor reprezintă o componentă esențială în prelucrarea imaginilor. Algoritmi de filtrare, cum ar fi filtrul Gaussian, sunt folosiți pentru a estompa sau a accentua anumite caracteristici ale imaginilor. Filtrul Gaussian, în particular, este bazat pe aplicarea unui kernel Gaussian peste imagine, iar intensitatea fiecărui pixel este determinată în funcție de distribuția normală.

- Distribuția Normală (Gaussiană) - distribuția normală este o distribuție statistică centrală în teoria probabilităților, caracterizată prin o curbă simetrică în jurul valorii medii și variații care urmează un tipar specific. Filtrul Gaussian utilizează această distribuție pentru a pondera valorile pixelilor din vecinătatea fiecărui pixel al imaginii, generând astfel efectul de blurare.
- Metode de Implementare - implementarea filtrului Gaussian poate fi realizată în mai multe moduri, inclusiv în domeniul spațial sau în domeniul frecvenței. În domeniul spațial, filtrul Gaussian este aplicat direct asupra pixelilor imaginii. În domeniul frecvenței, transformata Fourier poate fi folosită pentru a accelera procesul de aplicare a filtrului.
- Tehnologii Software și Platforme de Dezvoltare - utilizarea bibliotecilor de prelucrare a imaginilor, precum OpenCV (Open Source Computer Vision Library), poate facilita implementarea filtrului Gaussian. Aceste tehnologii oferă funcționalități avansate și optimizări pentru a accelera procesele de prelucrare a imaginilor. (<https://datahacker.rs/opencv-average-and-gaussian-filter/>)
- Abordări Avansate - în literatura de specialitate, se pot găsi abordări avansate pentru îmbunătățirea filtrului Gaussian, cum ar fi adaptarea parametrilor acestuia în funcție de conținutul imaginii sau integrarea cu alte tehnici de prelucrare a imaginilor pentru rezultate mai precise.

Pentru a înțelege fundamentele teoretice legate de conectarea plăcii Nexys4 la un monitor cu VGA am folosit ca sursă de informare site-ul de la digilent (<https://digilent.com/reference/programmable-logic/nexys-a7/reference-manual?redirect=1> , secțiunea 8), pentru obținerea valorilor necesare pentru ecran am folosit valorile de pe site-ul <http://tinyvga.com/vga-timing/640x480@60Hz> , iar pentru înțelegerea afisării unei imagini pe monitor am folosit site-ul [https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n14\\_32.pdf](https://www.ripublication.com/ijaer18/ijaerv13n14_32.pdf) .

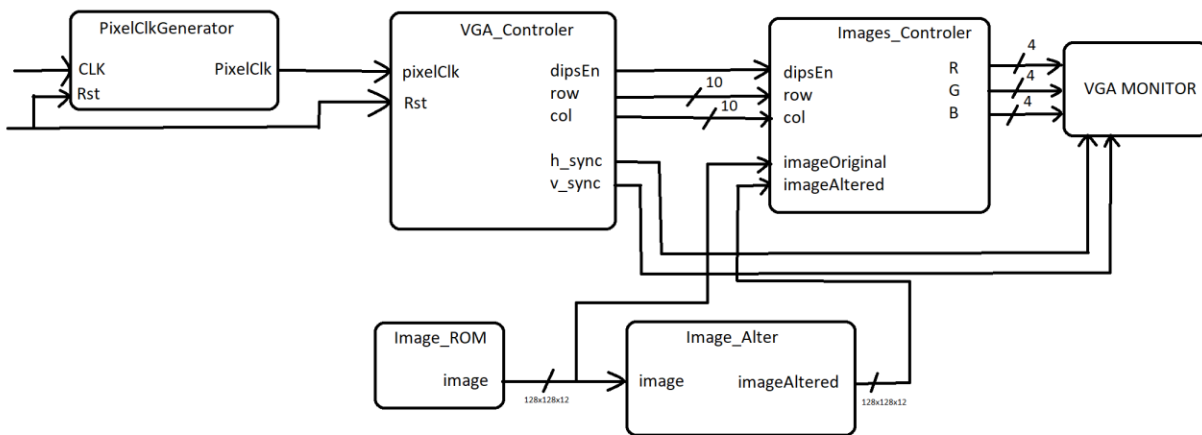
## 4. Proiectare și implementare

- Metoda experimentală utilizată – Implementare hardware, folosind limbajul VHDL pentru filtrul Gaussian de blurare și pentru conectarea plăcuței Nexys4 la un monitor cu port VGA.
- Arhitectura generală –



- Algoritmi implementați – Modulul Image\_Alter: filtrul Gaussian de blurare

- Detalii de implementare –



## 5. Concluzie

S-a reușit implementarea filtrului Gaussian de blurare, dar și conectarea la un monitor cu port VGA pentru a se putea observa diferențele dintre cele două imagini (originală și cea filtrată). Filtrul Gaussian a fost realizat prin însumarea pixelilor vecini ai unui pixel și shiftarea cu 4 poziții a rezultatului obținut pentru a obține noua culoare. Pentru conectarea la monitorul VGA, am creat clock-ul necesar monitorului și ne-am folosit de sincronizările verticale și orizontale.

Dezavantajul mare al acestui proiect este timpul lung care îi trebuie pentru a fi implementat pe o plăcuță Nexys4. Avantajul este viteza cu care reușește să proceseze o imagine, să o blureze și să o afișeze pe monitor.