

**Rezumatul proiectului de disertație al studentului:** Mădălina Cristina Axente, grupa 421-TAID

**Programul de master:** Tehnici avansate de imagistică digitală, 2021

## Metode De Descriere A Imaginilor Pentru Detecție De Imagini Aproape Identice

**Conducător științific:** Conf. dr. ing. Laura Maria FLOREA

**Obiectivele proiectului:** Recunoașterea rapidă a imaginilor cu conținut aproape identic sau similare este o problemă des întâlnită în Computer Vision. S-au cercetat metode de descriere globală a imaginilor pentru a defini „semnătura” acestora și care sunt metricile ce pot fi folosite pentru astfel de semnături cu scopul de a măsura similaritatea între două imagini aproape identice sau care au suferit modificări ce nu le-au schimbat substanțial structura. De asemenea s-a realizat o metodă de căutare a imaginilor identice sau asemănătoare în baza de date. Testele au fost făcute pe o bază de date publică, HPatches, pe care am multiplicat-o realizând modificări pe unele dintre imagini. Pentru implementare s-au folosit librării publice cum ar fi OpenCV, Numpy.

**Realizarea proiectului și rezultate obținute:** Lucrarea se concentrează pe două implementări, generarea unei „semnături” pentru imaginile din baza de date prin mai multe metode și căutarea imaginilor similare în baza de date. Pentru a genera semnăturile am început cu transformarea imaginilor color în nuanțe de gri. În fiecare imagine am detectat apoi 81 de puncte cheie, prin diferite metode, astfel încât să surprindă cât mai bine imaginea. În jurul acestor puncte am selectat apoi pătrate de o dimensiune egală, calculată în funcție de dimensiunile imaginii inițiale. Am calculat valoarea medie a pixelilor din fiecare pătrat, care vor constitui o matrice de 9x9 elemente. Pentru fiecare dintre elemente am calculat diferența dintre valoarea acestora și cei 8 vecini. În funcție de valorile acestor diferențe rezultatele pot fi „mai întunecat”, „mult mai întunecat”, „la fel”, „mai luminos”, „mult mai luminos”, reprezentate prin valorile -2, -1, 0, 1 și respectiv 2. Pentru diferențele de cel mult 2 am considerat mediile nuanțelor de gri „la fel”, iar pentru -2 și -1 pragurile au fost alese astfel încât să avem un număr aproximativ egal din ambele valori în valorile finale. Se procedează similar și pentru 1 și 2 pentru setarea pragurilor. Obținem astfel 648 de valori dispuse într-o matrice cu dimensiunile 9x9x8. Aplatizând matricea am obținut un vector care va reprezenta semnătura imaginii.

Selecția punctelor este un pas cheie din metodă întrucât acesta influențează toți pașii ce vor urma și deci valorile semnăturii. Așadar am încercat mai multe metode de a le selecta. Acest pas a fost realizat ignorând marginile imaginii unde nu avem foarte multă informație, cum ar fi zone plane. Acestea au fost determinate calculând suma valorilor absolute ale diferențelor pixelilor de pe fiecare coloană și linie. Am tăiat apoi în dreptul valorii de 5% din fiecare latură a imaginii. Am trecut apoi la selecția punctelor. Inițial am împărțit imaginea în 9x9 dreptunghiuri de dimensiuni egale și am selectat punctele centrale din fiecare cadran, obținând astfel 81 de puncte distanțate egal pe 9 rânduri și 9 coloane. Deși rezultatele au fost acceptabile am dorit mai mult. În speranța de a îmbunătăți semnătura am selectat apoi cele mai importante 81 de puncte cheie detectate folosind algoritmul SIFT. De această dată rezultatele au fost slabe, întrucât punctele cele mai importante variau mult pe toată imaginea. Așa că am combinat cele două metode. Am folosit aceeași grilă pentru a împărți imaginea, dar de această dată nu am mai selectat punctul central. În schimb, am ales din fiecare cadran punctul cheie cel mai important detectat cu ajutorul algoritmului SIFT, SURF și ORB, pe rând. Dacă în unul dintre cadrane nu apare nicio detecție atunci am selectat punctul central. De data aceasta căutarea în baza de date s-a îmbunătățit, așadar metoda a fost îmbunătățită.

Eficiența semnăturilor a fost testată pe baza de date HPatches, care conține 116 secvențe cu câte 6 imagini prelevate în condiții de iluminare diferite sau din perspective diferite. Fiecare secvență conține o imagine de referință. Pentru că lucrarea se bazează în primul rând pe identificarea imaginilor aproape identice, adică imagini care au provenit din aceeași sursă, dar au fost alterate, am modificat fiecare imagine de referință prin mai multe metode, obținând astfel 20 de imagini în fiecare secvență. Aceste modificări sunt: adăugare text, adăugare watermark, adăugare zgomot, adăugare filtru, modificarea compresiei imaginii, modificarea dimensiunilor imaginii, rotirea imaginii cu 5,10,15 și 20 de grade, decuparea imaginii cu 5,10,15 și 20 de procente pe fiecare latură.

Având semnăturile formate, am implementat o metodă de a le căuta mai simplu și rapid în baza de date. Astfel, am împărțit semnătura în 64 de „cuvinte” cu o lungime de 10 elemente care se pot suprapune. Aceste cuvinte conțin valori de la -2 la 2, provenite din semnătura originală, și folosind câteva transformări le-am exprimat prin numere întregi în baza 10 întrucât comparația a două numere întregi este cea mai rapidă. Prima condiție pentru ca două imagini să poată fi considerate asemănătoare este nevoie ca cel puțin două cuvinte de același ordin să fie egale. După ce se selectează toate imaginile care îndeplinesc condiția, se vor calcula distanțele dintre acestea. Pentru fiecare dintre cele 5 metode am determinat pragul optim pentru ca două imagini să fie considerate la fel. Astfel, pentru cea de a doua metodă am obținut pragul de 0,7, iar pentru toate celelalte 0,6. Dacă distanța dintre două imagini se află sub acest prag atunci înseamnă că sunt la fel, altfel sunt diferite.

Pentru a testa metodele am căutat toate imaginile de referință în baza de date. Cele mai multe detecții din baza de date au fost găsite pentru metoda 1, care a identificat cu succes 58,67% din imagini. În schimb doar 66,51% din totalul imaginilor găsite au fost rezultate pozitive, 33,49% fiind fals pozitive. Cea mai bună metodă pentru a elimina falsurile a fost ultima metodă folosind ORB. Aceasta a introdus doar 21,18% falsuri, găsiind 52,82% din totalul imaginilor din baza de date. În tabelul 1 pot fi observate toate rezultatele metodelor, inclusiv cele pentru comparațiile directe dintre imaginile de referință și celelalte imagini din secvență.

Rata de succes	Metoda 1	Metoda 2	Metoda 3 SIFT	Metoda 3 SURF	Metoda 3 ORB
Detecții pozitive	67,24%	58,62%	61,75%	62,29%	62,34%
Detecții negative	99,19%	55,95%	99,46%	99,43%	99,37%
Căutarea imaginilor asemănătoare	58,67	53,49	51,06	52,54	52,85
Rezultate adevărate	66,51	39,14	81,25	83,48	78,82
Rezultate false	33,49	60,86	18,75	16,52	21,18

Tabelul 1 - Rezultatele metodelor

Am dorit să aflăm și rezultatele distanțelor dintre comparația imaginii de referință cu restul imaginilor din setul de date pentru fiecare tip de modificare. După cum se poate observa în imaginile din Figura 1, unde sunt prezentate rezultatele ultimei metode folosind ORB, semnătura este robustă la modificarea compresiei, modificarea culorilor prin adăugarea unor filtre, adăugare unui watermark, adăugarea zgomotului, redimensionări, adăugarea unui text peste imagine, rotirea cu un unghi mic (5 grade) și decupări mici (sub 5% din fiecare latură). Pe de cealaltă parte, pentru rotiri cu unghiuri mai mari sau egale cu 10 grade și pentru decupaje de cel puțin 10% din fiecare latură, imaginile sunt detectate corect doar dacă au zone plane mari, de aproximativ aceeași nuanță și nu conțin multe detalii. Așadar semnătura se comportă bine pentru imaginile modificate. Pentru imaginile prelevate separat, care nu provin din aceeași sursă, am observat că semnătura este eficientă în a detecta imaginile efectuate în iluminări diferite, așadar aceasta ar putea fi folosită cu succes pentru o astfel de aplicație. În schimb, pentru imaginile cu perspective diferite, semnătura nu se mai comportă cum ne-am dori și nu reușește să identifice asemănările. Aceste rezultate pentru ultima metodă apar în imaginea din dreapta din figura 1.

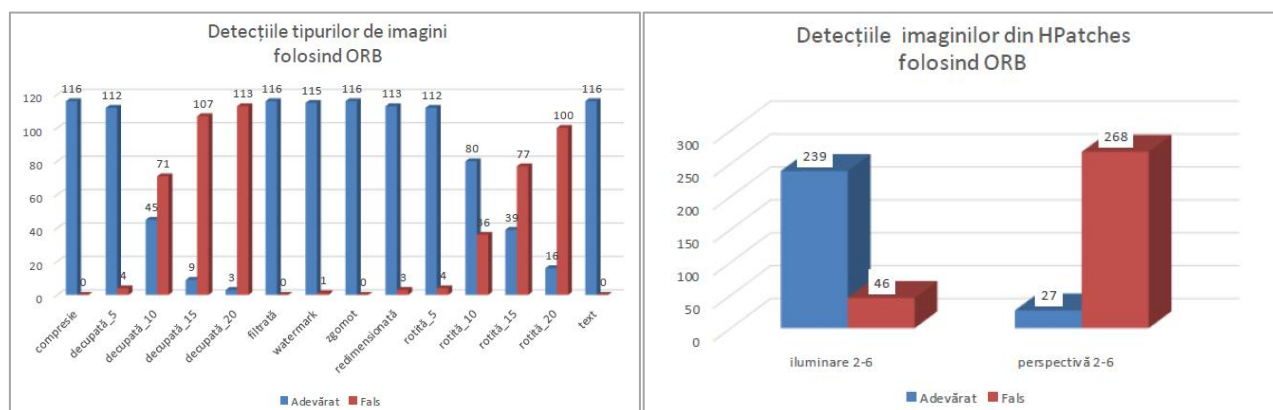


Figura 1 - Rezultatele detecțiilor cu ajutorul metodei 3 cu ORB