

Aplicatie JavaScript care sa realizeze procesare de imagini in scop didactic

1. Introducere:

Lucrarea de față are ca obiectiv proiectarea și implementarea unei aplicații web interactive, destinată utilizatorilor care doresc să experimenteze într-un mod intuitiv cu diverse tehnici de prelucrare a imaginilor. Aplicația oferă funcționalități precum: încărcarea și afișarea imaginilor, aplicarea de filtre de bază, detecția muchiilor prin operatori clasici, transformări geometrice (rotire, translatare, zoom), ajustări ale luminozității și contrastului, operații logice binare și manipulări histogramă. De asemenea, interfața este concepută în mod responsiv, pentru a fi compatibilă cu diverse tipuri de dispozitive, și integrează controale UI variate, în conformitate cu cerințele actuale privind accesibilitatea și ergonomia.

2. Descrierea aplicației:

2.1 Considerații teoretice privind procesarea imaginilor

Procesarea digitală a imaginilor reprezintă un domeniu fundamental în cadrul științei calculatoarelor, cu aplicații în arii precum viziunea artificială, medicina, supravegherea, restaurarea imaginilor și realitatea augmentată. O imagine digitală este modelată sub forma unei matrice bidimensionale de pixeli, fiecare pixel având asociate valori pentru canalele de culoare (de regulă, roșu, verde și albastru – RGB). Scopul procesării este fie îmbunătățirea vizuală a imaginilor, fie extragerea automată a informației relevante.

Aplicația realizată integrează un set extins de operații fundamentale din acest domeniu, printre care:

- **Transformări ale intensității** – Operații punctuale asupra valorilor pixelilor, cum ar fi conversia în tonuri de gri, negativul imaginii, binarizarea, normalizarea sau ajustarea contrastului prin întinderea histogramei.
- **Filtrare spațială** – Utilizarea de kerneluri pentru estompare (blur) sau accentuare (sharpening) a detaliilor, prin aplicarea de convoluții pe vecinătatea fiecărui pixel.
- **Detecția muchiilor** – Algoritmi precum Sobel, Prewitt și Laplacian sunt utilizați pentru identificarea contururilor semnificative din imagine, fiind esențiali în segmentare și recunoaștere de forme.

- **Transformări geometrice** – Incluzând rotația, oglindirea (orizontală și verticală), scalarea (zoom in/out) și translatarea imaginii, aceste operații modifică poziționarea spațială a conținutului vizual.
- **Operații binare între imagini** – Permite compararea a două imagini prin aplicarea unor operatori logici precum AND, OR și XOR, utile în segmentarea și analiza diferențelor.
- **Prelucrări avansate pe histogramă** – Aplicația include funcționalități precum reducerea adâncimii de culoare, translatarea nivelurilor de gri, transformări liniare, logaritmice și gamma (power-law), oferind utilizatorilor un cadru interactiv pentru analiza distribuției intensităților.

2.2 Prezentarea generală a aplicației

Aplicația web propusă are ca obiectiv facilitarea învățării și experimentării tehnicilor de procesare digitală a imaginilor într-un mediu prietenos, intuitiv și vizual interactiv. Aceasta este adresată atât utilizatorilor aflați la început de drum, cât și celor care doresc să exploreze rapid efectele unor operații specifice fără a fi nevoie de programare directă.

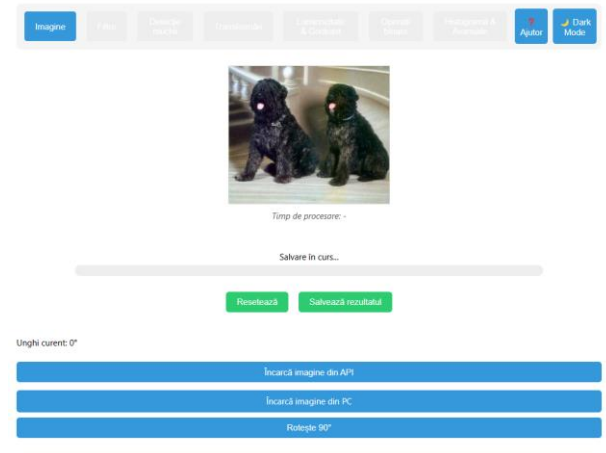
Interfața este organizată pe categorii funcționale, utilizând un sistem de taburi ce delimitează clar funcționalitățile disponibile: încărcarea imaginilor, filtre de bază, detecția muchiilor, transformări geometrice, ajustări de luminozitate și contrast, operații binare și prelucrări avansate ale histogramelor.

Din punct de vedere al interacțiunii, aplicația integrează o gamă variată de controale UI, incluzând: inputuri (text, file, password, image, search), butoane, slider, checkbox, spinner, progress bar, datalist, tooltip, collapsible section, precum și o bară de navigare cu taburi. De asemenea, este inclus un buton cu imagine (input de tip image) pentru autentificare, precum și o secțiune de login cu validare.

Funcționalități suplimentare implementate pentru a spori experiența utilizatorului includ:

- **Scurtături de tastatură** pentru acțiuni frecvente (ex: Ctrl+S pentru salvare, Ctrl+Z pentru reset),
- **Confirmare la reset**, pentru a evita ștergerea accidentală a modificărilor,
- **Mod Dark/Light**, care poate fi activat manual sau automat,
- **Ghid de utilizare interactiv (help modal)**, accesibil prin tabul „Ajutor”, oferind indicații vizuale pentru fiecare secțiune.

Aplicația este dezvoltată utilizând tehnologii moderne din ecosistemul web – HTML5, CSS3 și JavaScript – și este complet funcțională direct în browser, fără a necesita instalare suplimentară. Responsivitatea a fost asigurată prin utilizarea de media queries, astfel încât interfața să se adapteze corespunzător atât pentru ecrane mari (desktop), cât și pentru dispozitive mobile sau tablete



3. Funcționalități implementate

Aplicația web include un set extins de funcționalități care permit utilizatorului să experimenteze în timp real tehnici de procesare digitală a imaginilor, oferind atât suport vizual interactiv, cât și feedback rapid. Structura modulară și organizarea logică a componentelor contribuie la o experiență coerentă și intuitivă.

3.1 Încărcarea imaginilor

Utilizatorii pot încărca o imagine locală de pe dispozitiv (prin controlul `input type="file"`) sau pot solicita o imagine predefinită folosind un API. Imaginea încărcată este afișată în timp real într-un canvas HTML5, care servește drept spațiu principal de vizualizare și procesare.

3.2 Filtrare și transformări de culoare

Aplicația pune la dispoziție filtre de bază, implementate în JavaScript, care includ:

- **Conversie în tonuri de gri** (grayscale),
- **Filtru negativ** (inversarea canalelor RGB),
- **Binarizare** (prin prag static),
- **Stretching al histogramei** pentru îmbunătățirea contrastului,
- **Normalizare culori și grayscale ponderat** (cu coeficienți NTSC).

3.3 Detecție a muchiilor

Secțiunea dedicată identificării conturilor permite aplicarea următorilor operatori:

- **Sobel și Prewitt**, bazate pe gradient,

- **Laplacian pozitiv** și **Laplacian negativ**, pentru detecție pe baza derivatelor de ordin doi.

3.4 Transformări geometrice

Aplicația oferă transformări bidimensionale aplicate asupra imaginii:

- **Oglindire** orizontală și verticală,
- **Zoom in/out** cu două metode: replicare de pixeli și **Zero Order Hold (ZOH)**,
- **Zoom personalizat** cu factor K ajustabil,
- **Translatare** pe axele X și Y, prin introducerea numerică a deplasării.

3.5 Ajustări de luminozitate și contrast

Prin utilizarea sliderelor (input type="range"), utilizatorii pot modifica:

- Nivelul de **luminozitate** (valoare între -100 și 100),
- Gradul de **contrast** (valoare între 0 și 300).

3.6 Operații binare pe imagini

Este posibilă încărcarea unei a doua imagini și efectuarea de operații logice bit cu bit:

- **AND, OR, XOR** între imaginile încărcate, oferind suport pentru segmentare sau comparare vizuală.

3.7 Prelucrări avansate pe histogramă

Funcționalități suplimentare includ:

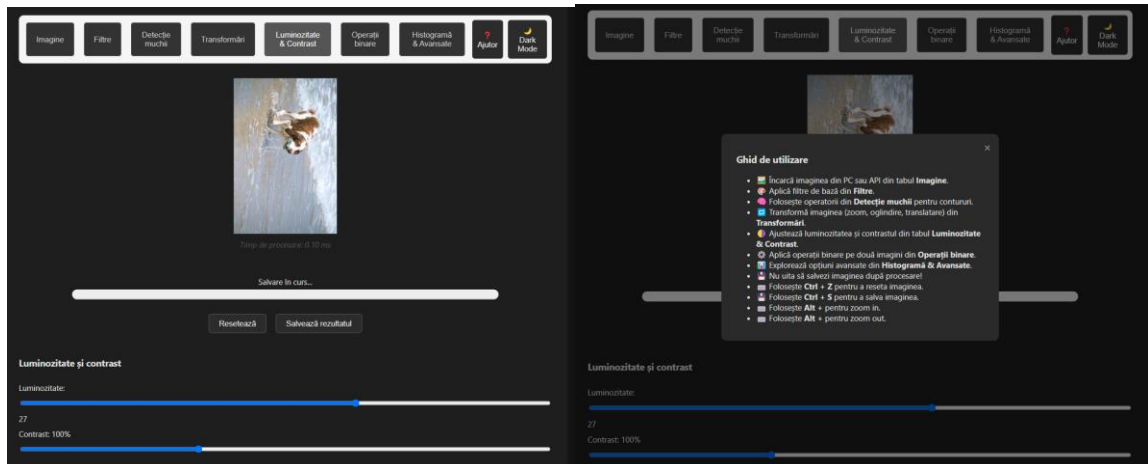
- **Reducerea adâncimii de gri** la un număr selectabil de niveluri,
- **Translatare** a valorilor de intensitate (histogram shift),
- **Transformare liniară**, logaritmică și **power-law (gamma)** asupra nivelurilor de gri.

3.8 Funcționalități suplimentare UI/UX

Pentru a îmbunătăți interacțiunea utilizatorului, au fost integrate următoarele elemente:

- **Progress bar** care se activează la salvarea imaginii,
- **Spinner animat** la resetarea imaginii, cu o confirmare prealabilă (confirm()),
- **Scurtături de tastatură** (Ctrl+S pentru salvare, Ctrl+Z pentru reset, Ctrl++/- pentru zoom),
- **Ghid interactiv (modal help)** cu explicații pentru fiecare tab,
- **Dark mode**, activabil prin comutator,

- **Control de tip input type="image"** pentru autentificare vizuală,
- Alte controale UI incluse: datalist, tooltip, meniu de tip taburi, collapsible, spinner, progress bar.



4. Descrierea modulelor aplicației

1. Modulul „Imagine”

Acest modul permite utilizatorilor să încarce o imagine din calculator sau dintr-un API extern, precum și să o rotească în pași de 90°. Interfața include controale de tip file upload, button, label, precum și un indicator textual al unghiului curent de rotație. Aceste funcționalități permit inițializarea sesiunii de procesare într-un mod intuitiv și rapid, fiind indispensabile în fluxul de lucru. Imaginea încărcată este afișată pe un canvas HTML5.

2. Modulul „Filtre”

Modulul oferă o serie de transformări fundamentale aplicabile imaginii, precum: conversia în tonuri de gri (grayscale), negativul imaginii, binarizare, estompare (smoothing), accentuare a conturilor (sharpening), întinderea histogramei și normalizarea culorilor. Pentru fiecare operație există câte un buton dedicat (button). Interacțiunea este imediată, iar rezultatul este vizibil în zona de previzualizare (canvas), permițând învățarea vizuală a efectului fiecărei tehnici.

3. Modulul „Detectie muchii”

Acesta permite utilizatorilor să aplice algoritmi de detecție a conturilor: Sobel, Prewitt și Laplacian (cu semn pozitiv sau negativ). Este util în evidențierea structurii geometrice a obiectelor din imagine. Interfața este compusă din butoane ce declanșează aplicarea fiecărui operator. Prin

simplitatea controlului și impactul vizual clar, acest modul sprijină atât înțelegerea, cât și explorarea practică a conceptelor din procesarea digitală.

4. Modulul „Transformări”

Acest modul include funcții de oglindire (orizontală/verticală), zoom (cu replicare de pixeli sau prin metoda ZOH), translatare și scalare personalizată. Utilizatorul poate ajusta parametrii de scalare și translatare prin câmpuri input type="number", iar comenzile sunt declanșate prin button. Acest tab îmbină controale numerice și butoane interactive pentru a permite o manipulare flexibilă a imaginii.

5. Modulul „Luminozitate & Contrast”

Acest modul oferă utilizatorului posibilitatea de a ajusta manual luminozitatea și contrastul imaginii utilizând controale de tip range (slider), însoțite de afișaj numeric (span). Aceste ajustări sunt aplicate în timp real, permițând o evaluare imediată a impactului fiecărei modificări. Astfel, se facilitează învățarea intuitivă a efectelor de preprocesare utilizate frecvent în vizualizarea și analiza imaginilor.

6. Modulul „Operații binare”

Permite aplicarea de operații logice între două imagini: AND, OR și XOR. Interfața este prevăzută cu un al doilea control file upload, astfel încât utilizatorul să poată selecta o imagine suplimentară pentru comparație. Operațiile sunt utile pentru identificarea diferențelor sau suprapunerilor între imagini și sprijină înțelegerea noțiunilor de aritmetică digitală aplicată imaginilor binare.

7. Modulul „Histogramă & Avansate”

Cel mai complex modul al aplicației include funcții avansate de prelucrare: reducerea numărului de niveluri de gri, translatarea nivelurilor, transformări liniare, logaritmice și gamma asupra intensităților. Interfața folosește o combinație de controale input type="number", button, label și fieldset pentru gruparea logică a opțiunilor. Acest modul permite experimentarea detaliată cu funcții matematice și este esențial pentru utilizatorii care doresc o înțelegere profundă a transformărilor fotometrice.

5. Descrierea implementării

5.1 Structura aplicației

Interfața este organizată într-un container principal care cuprinde un sistem de taburi. Fiecare tab corespunde unei categorii de funcționalități (de ex. „Filtre”, „Transformări”, „Operații binare” etc.). Componentele HTML sunt definite cu identificatori unici, facilitând manipularea DOM-ului prin JavaScript. Autentificarea utilizatorului se realizează printr-un formular simplu, incluzând validare de câmpuri și feedback vizual.

5.2 Implementarea funcțiilor de prelucrare

Funcțiile de procesare sunt aplicate pe un element `<canvas>` HTML5, care oferă posibilitatea de a manipula pixelii individuali ai imaginii. La încărcarea unei imagini, aceasta este redimensionată corespunzător și trasată în canvas. Ulterior, toate transformările sunt aplicate direct asupra datelor de tip `ImageData`, utilizând algoritmi personalizați scriși în JavaScript pur.

De exemplu:

- **Filtrul grayscale** iterează fiecare pixel și înlocuiește componentele RGB cu media lor sau o combinație ponderată.
- **Operatorii Sobel și Prewitt** aplică kerneluri de convoluție pentru detecția marginilor.
- **Transformările de tip zoom** sunt implementate prin replicarea sau eșantionarea valorilor de pixel.
- **Binarizarea** este realizată prin aplicarea unui prag global (ex. 128) asupra nivelurilor de gri.

5.3 Interacțiunea cu utilizatorul

Interactivitatea este gestionată cu ajutorul evenimentelor JavaScript (click, input, keydown, etc.). Scurtăturile de tastatură sunt captate prin `document.addEventListener("keydown", ...)` și declanșează acțiunile corespundente. De asemenea:

- Butonul de reset include o fereastră de confirmare (`confirm()`),
- Salvarea imaginii se realizează folosind `canvas.toDataURL()` și crearea unui link download,
- Comutarea modului Dark se aplică prin adăugarea/eliminarea unei clase CSS pe body.

5.4 Responsivitate și accesibilitate

Aplicația este complet responsivă, utilizând **media queries** pentru a ajusta dimensiunile și alinierea elementelor în funcție de rezoluția ecranului. Pentru dispozitive mici (sub 480px), layout-ul este simplificat și taburile devin scrollabile orizontale. Etichetele și controalele au fost completate cu `title` și `aria-label` pentru a îmbunătăți accesibilitatea.

5.5 Organizarea codului

Aplicația este organizată în două fișiere principale:

- index.html: conține structura HTML, organizarea taburilor și toate elementele de interfață,
- style.css: definește stilurile vizuale, inclusiv modul dark, animațiile pentru spinner și afișarea modalului de ajutor,
- app.js: implementează întreaga logică funcțională, incluzând procesarea pixelilor, validările, scurtăturile și animațiile.

6. Concluzie

Structura modulară a aplicației a fost concepută pentru a facilita învățarea etapizată a tehnicilor de procesare a imaginilor, de la prelucrări de bază la transformări avansate. Fiecare modul reprezintă o categorie logică distinctă și este asociat cu o interfață intuitivă, astfel încât utilizatorii – indiferent de nivelul lor de pregătire – să poată experimenta cu ușurință. Integrarea de controale moderne (slidere, inputuri numerice, file upload, etc.) și oferirea de feedback vizual imediat sporesc interactivitatea și contribuie la un proces educațional eficient și accesibil.

7. Bibliografie

- a. “Designing the User Interface”, Ben Shneiderman and Chaterine Plaisant (Cap 4,5,6,8,12)
- b. “The Design of Everyday Things”, Don Norman. (Capitolul 1)
- c. <https://www.w3schools.com/>