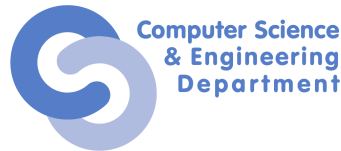


Universitatea POLITEHNICA din București

Facultatea de Automatică și Calculatoare,  
Departamentul de Calculatoare



# TEZĂ DE DOCTORAT

## REZUMAT

Îmbinarea tehnologiei cu educația: O  
vedere detaliată asupra Analizei  
Imaginilor Document, Procesării de  
Imagini și Predării Ingineriei

**Conducător Științific:**

Prof. Phd. Eng. Costin-Anton Boianțiu

**Autor:**

Eng. Giorgiana-Violeta Vlăsceanu

București, 2023

# Cuprins

<b>1</b>	<b>Introducere</b>	<b>1</b>
1.1	Structura tezei . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Stadiul actual al cercetărilor din domeniu</b>	<b>4</b>
2.1	Prezentare generală a sistemelor de analiză al imaginilor document . . . . .	4
2.2	Analiza și prelucrarea imaginilor pentru binarizare . . . . .	6
2.3	Analiza și prelucrarea imaginilor pentru segmentare . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Sistem de analiză a imaginilor de documente</b>	<b>9</b>
3.1	Despre educație - Sistem modular . . . . .	10
3.2	Despre cercetare - Eliminarea zgomotului din imagine . . . . .	10
3.3	Despre performanță - Propunerea unei noi metode pentru conectarea componentelor conexe . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Analiza și prelucrarea imaginilor</b>	<b>13</b>
4.1	Abordări de prelucrare a imaginilor pentru combinarea inteligentă a rezultatelor mai multor algoritmi . . . . .	13
4.2	ARchitect . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Dezvoltare software</b>	<b>23</b>
5.1	Metode moderne de predare . . . . .	23
5.2	Pe partea de management . . . . .	25
5.3	Pe partea de afaceri . . . . .	29
<b>6</b>	<b>Concluzii</b>	<b>33</b>
6.1	Lista publicațiilor . . . . .	33

# Capitolul 1

## Introducere

Edsger Dijkstra a remarcat că: *”O imagine poate valora cât o mie de cuvinte, o formulă valorează cât o mie de imagini.”* Mai este considerată o afirmație validă?

Evoluția rapidă a lumii digitale este marcată de schimbul de date și de progresul tehnologic, ceea ce duce la dependența de dispozitive mai mici și mai puternice. Comunicarea se schimbă, imaginile și videoclipurile suplinind cuvintele. O teză interdisciplinară explorează modul în care această eră influențează munca, învățarea și colaborarea, concentrându-se pe interacțiunea om-calculator, învățarea/lucrul în colaborare asistată de calculator (CSCL/CSLW), prelucrarea imaginilor și ingineria didactică. CSCL/CSLW implică utilizarea tehnologiei digitale pentru a promova învățarea colaborativă, punând accentul pe interacțiunea socială și dezvoltarea abilităților.

Digitalizarea este vitală pentru bibliotecile tradiționale, care adăpostesc manuscrise și documente vechi. Învățarea/lucrul în colaborare asistată de calculator (CSCL/CSLW) oferă oportunități precum soluțiile de retroconversie, accelerând digitalizarea materialului istoric. Această abordare este concretizată într-un sistem modular de analiză a imaginilor de documente, promovând învățarea interactivă și colaborarea pentru îmbunătățirea sistemului. Contribuțiile individuale determină succesul colectiv în acest mediu CSCL/CSLW.

Primul pas în construirea unui sistem de retroconversie implică înțelegerea datelor de intrare și aplicarea preprocesării pentru recunoașterea optică a caracterelor. Teza explorează metodele de preprocesare, cu scopul de a crea un sistem modular configurabil în Capitolul 3. De asemenea, se explorează tehnici de procesare a imaginilor, cum ar fi binarizarea și segmentarea, discutând în detaliu aplicațiile acestora în capitolul 4.

Predarea ingineriei cu accent pe CSCL/W pune accentul pe învățarea practică, pe experiențele practice și pe învățarea pe tot parcursul vieții. Promovează diverse competențe, instrumente software și conștientizarea eticii. În Capitolul 5, au fost realizate o serie de sondaje. Primul sondaj examinează impactul învățării colaborative și competitive asupra învățării bazate pe proiecte în dezvoltarea de software și continuă cu luarea deciziilor în echipele manageriale.

Mai mult decât atât, cercetările efectuate evidențiază importanța somnului asupra productivității dezvoltatorilor, evaluează abordările de tip startup față de cele de transfer tehnologic și abordează diversitatea pe scena startup-urilor tehnologice din România.

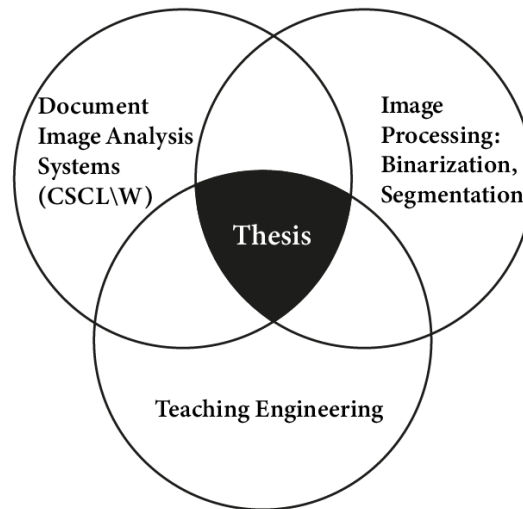


Figura 1.1: Multidisciplinaritatea tezei

Această teză abordează cerințele educaționale contemporane, explorându-le prin prisma integrării tehnologice în mediile de învățare și de lucru. Aceasta susține nu numai implicarea activă a studenților în inițiativele de cercetare pentru a alimenta dezvoltarea atât a abilităților hard, cât și a celor soft, ci și examinează meticolos implicarea echipei pe parcursul întregului parcurs de dezvoltare. Fuzionând aceste direcții, teza oferă o viziune holistică asupra acestor elemente convergente, configurând o perspectivă atotcuprinzătoare a sinergiilor lor. În această ordine de idei, teza cuprinde o serie de experimente privind metodele de procesare a imaginilor și sistemele de retroconversie, evidențiind implicațiile acestora pentru educație, cercetare și performanță. Concomitent, ea aprofundează aspectele legate de dezvoltarea, managementul și dezvoltarea de software care stau la baza proiectului. În completarea acestor componente tehnice, teza dezvăluie, de asemenea, impactul asupra structurilor de afaceri, evidențiind organizarea și diversitatea echipei implicate, creând astfel o combinație unică de explorare educațională, tehnică și organizațională.

## 1.1 Structura tezei

Teza este structurată după cum urmează:

Capitolul 2 prezintă stadiul actual al literaturii de specialitate în ceea ce privește sistemele de analiză a imaginilor de documente și analiza și prelucrarea imaginilor, cu accent pe metodele și metricile de evaluare pentru Binarizare și Segmentare.

Capitolul 3 prezintă contribuțiile noastre în ceea ce privește sistemele de retroconversie, propunând un sistem modular de analiză a imaginilor de documente care încorporează recunoașterea optică a caracterelor și o serie de tehnici de preprocesare și postprocesare. De asemenea, prezentăm lucrările noastre privind modul în care un Sistem de Analiză a Imaginii Documentelor poate avea o abordare pe 3 axe: educație, cercetare și performanță.

Capitolul 4 prezintă contribuțiile noastre în ceea ce privește o serie de strategii de vot aplicate în Binarizarea și Segmentarea imaginilor și detectarea marginilor. Având în vedere extragerea de informații din imagini, propunem un experiment în AR pentru a permite utilizatorilor să experimenteze diferite stiluri arhitecturale și moșteniri culturale prin modificarea aspectului clădirilor din mediul lor.

Capitolul 5 prezintă activitatea noastră în domeniul managementului și dezvoltării proiectelor software. Am propus un studiu pentru a evalua procesul de luare a deciziilor în cadrul echipelor. De asemenea, am realizat un studiu privind impactul calității somnului asupra dezvoltatorilor. Un alt subiect implicat în discuție se referă la partea de afaceri, unde am inclus o comparație între startupuri și transferurile tehnologice. De asemenea, am prezentat o radiografie a diversității în ecosistemul de startupuri de tehnologie din România.

Capitolul 6 concluzionează și prezintă lista de publicații.

## Capitolul 2

# Stadiul actual al cercetărilor din domeniu

### 2.1 Prezentare generală a sistemelor de analiză al imaginilor document

Progresul tehnologic a transformat sectoare precum ingineria, educația și medicina, făcând ca vechile dispozitive să devină învechite. Presa tipărită, deși rezistă, se îndreaptă, de asemenea, către reprezentarea digitală datorită unor avantaje precum accesibilitatea și conservarea. Cu toate acestea, conversia materialelor tipărite în format digital se confruntă cu provocări precum deteriorarea, fonturile și extragerea datelor. Sistemele de analiză a imaginilor de documente (DIAS) abordează aceste probleme, utilizând recunoașterea optică a caracterelor (OCR) ca parte a unui proces mai amplu. DIAS poate digitiza diverse documente, oferind avantaje precum recunoașterea și granularitatea. Următoarele secțiuni explorează metodologiile și tehnologiile DIAS.

#### 2.1.1 Sisteme de analiză ale imaginilor document

Având în vedere natura complexă a analizei imaginilor, care implică diverse operații la mai multe niveluri, aplicațiile software concepute pentru a procesa aceste documente tind să fie specifice unei sarcini, mai degrabă decât universal aplicabile pentru extragerea de informații din orice tip de document. O astfel de specificitate este rațională pentru a asigura o performanță optimă a unui sistem de analiză a imaginilor de documente. Aceste limitări ar putea fi legate de domeniul de aplicare al sistemului, de suportul lingvistic, de aspectul documentelor sau de calitatea hârtiei.

Într-o lume ideală, o singură aplicație cuprinzătoare ar putea extrage date din orice tip de document. În mod realist însă, fiecare aplicație specializată tinde să vizeze o problemă specifică, componentele și sistemul de analiză limitând în mod inerent aplicabilitatea acestora. Aceste limitări pot include etape specifice de procesare, condiții prelabile de calitate a documentelor, restricții lingvistice sau un aspect limitat al documentului, aplicabil doar unei serii de documente cu un stil similar [1][2]. Chiar și în cazul unei structuri de intrare restrânse, etapele de procesare necesită seturi diferite de parametri din cauza diversilor factori, cum ar fi variațiile de culoare a hârtiei, aspectul nestandardizat al documentelor și diversele stiluri de scriere de mână, printre altele.

Pentru a-și spori eficiența, sistemele de analiză a imaginilor de documente își pot restrânge și mai mult domeniul de aplicare, concentrându-se pe caracteristici specifice ale documentelor, cum ar fi extragerea numelui [3], izolarea tabelelor, graficelor sau a imaginilor [4]. Aceste rafinamente se bazează pe ipoteza că numai anumite date sunt relevante pentru indexarea documentelor. Sistemul propus de Likforman-Sulem et al. [4] ocolește complet recunoașterea caracterelor prin extragerea de "imagini de cuvinte" și potrivirea lor în mod compozit cu intrările din dicționar și cu probabilitatea de tip nume derivată din învățarea automată.

Anumite sisteme se străduiesc să se adapteze la calitatea slabă a documentelor pe care le procesează, ceea ce a dus la dezvoltarea unor noi sisteme care se bazează pe feedback-ul utilizatorilor. După cum a indicat Holley [5], rezultatele fără contribuția umană sunt mai puțin decât ideale, subliniind astfel necesitatea feedback-ului utilizatorului pentru îmbunătățirea rezultatelor. Alte sisteme adoptă o abordare inversă, oferind utilizatorului un control complet asupra analizei documentelor. În timp ce intervențiile umane specifice se dovedesc benefice atunci când procesarea în modul batch nu reușește să producă rezultate standard, un model hibrid care combină procesarea automată [6] cu implicarea umană poate oferi cea mai bună soluție posibilă fără eforturi redundante [7].

În epoca contemporană, apar inițiative pe scară largă de digitalizare a conținutului bibliotecilor naționale, cum ar fi cele din Australia, Finlanda și SUA. Pe lângă suportul hardware pentru scanarea documentelor, aceste proiecte utilizează software robust pentru extragerea informațiilor. Următoarele secțiuni descriu unele dintre aceste sisteme și evaluează comparativ alegerile lor de proiectare.

Nu este un secret faptul că domeniul aplicațiilor și serviciilor software de retroconversie este din ce în ce mai saturat. De asemenea, colecțiile de cărți, ziare și documente istorice sunt din ce în ce mai mari, mai semnificative și furnizează informații mai precise și mai bine structurate ca niciodată. Cu toate acestea, acest lucru nu reprezintă decât o mică parte, deoarece majoritatea colecțiilor de literatură și documente valoroase rămân în format hârtie. Tranziția de la formatul pe hârtie la cel digital este o sarcină care se va întinde pe mai mulți ani.

În ciuda complexității asociate cu soluțiile de retroconversie, cererea de sisteme fiabile rămâne ridicată. Ținând cont de acest lucru, scopul nostru în cadrul subproiectului al [8] a fost de a propune un sistem versatil, modular, capabil să abordeze operațiuni individuale sau fluxuri de lucru întregi. În capitolul 3, vom aprofunda provocările legate de implementarea unui sistem de analiză a imaginilor de documente - DIAS (Document Image Analysis System), împreună cu unele etape necesare de preprocesare implicate. Această abordare va oferi o înțelegere cuprinzătoare atât a domeniului larg de aplicare, cât și a detaliilor complicate implicate în procesul de retroconversie.

## 2.2 Analiza și prelucrarea imaginilor pentru binarizare

Binarizarea imaginilor constă în procesul de conversie a unei imagini în scală de gri în format binar, delimitând obiectele de interes de fundal [9]. Aceasta joacă un rol esențial în analiza imaginilor de documente și în alte sarcini de viziune computerizată, servind ca etapă fundamentală de preprocesare [10]. Aceasta simplifică imaginile complexe prin reducerea informațiilor de intensitate pe mai multe niveluri la două niveluri, prim-plan și fundal, accentuând astfel regiunile de interes și făcând analizele ulterioare mai ușor de gestionat. Calitatea binarizării poate avea un impact semnificativ asupra performanței acestor procese ulterioare. Au fost propuși numeroși algoritmi pentru realizarea acestei sarcini, pornind de la metode clasice precum metoda lui Otsu [11], metoda lui Niblack [12] și metoda bazată pe entropie a lui Kapur [10], până la abordări mai recente bazate pe învățare profundă [13].

Eficacitatea procesului de binarizare trebuie evaluată, deoarece calitatea binarizării poate avea un impact substanțial asupra sarcinilor următoare, cum ar fi identificarea, recunoașterea și urmărirea obiectelor. Au fost propuși mai mulți parametri de evaluare pentru a cuantifica performanța metodelor de binarizare [14][15][16][17]. Măsurători precum eroarea pătratică medie (MSE), PSNR și F-measure oferă o analiză cantitativă a rezultatului binarizării, facilitând astfel compararea și selectarea algoritmilor optimi de binarizare pentru diferite aplicații. În plus, au fost introduse, de asemenea, metrici precum Distance-Reciprocal Distortion Measure (DRD) și Pseudo F-measure pentru a aborda limitările specifice ale metricilor anterioare [14][15]. Aceste măsurători oferă diferite perspective asupra performanței binarizării, inclusiv precizia separării prim-planului de fundal, reducerea zgomotului și păstrarea detaliilor.

Au fost dezvoltat numeroși algoritmi pentru a aborda problemele asociate cu binarizarea imaginilor. Printre primele tehnici se numără Otsu, care utilizează threshold care minimizează varianța în interiorul clasei de pixeli albi și negri [11], Niblack, care utilizează media locală și abaterea standard pentru a selecta în mod adaptiv thresholdul [12]. Kapur et al. au conceput o metodă bazată pe entropie care utilizează entropia histogramei pentru selectarea pragului [10].

Alte metode notabile includ o tehnică de thresholding recursivă propusă de Cheriet et al. [16] și tehnica de binarizare a documentelor a lui Howe care reglează automat parametrii [17]. În era învățării automate, Tensmeyer și Martinez [13] au propus o abordare a binarizării prin rețele neuronale complet convoluționale, demonstrând performanțe superioare față de multe metode tradiționale.

Viitorul evaluării binarizării imaginilor are un mare potențial. Pe măsură ce învățarea automată și inteligența artificială continuă să pătrundă în procesarea imaginilor, ne așteptăm ca aceste tehnologii să joace un rol substanțial în îmbunătățirea evaluării binarizării imaginilor [17]. Ar putea apărea noi metodologii care să învețe dintr-o gamă diversă de date de imagine pentru a prezice calitatea binarizării, ceea ce ar duce la procese de evaluare mai fiabile și mai adaptative.



În plus, pe măsură ce domeniul binarizării imaginilor continuă să evolueze, anticipăm un interes tot mai mare pentru metrice specializate, adaptate la aplicații specifice, cum ar fi analiza documentelor sau imagistica medicală. Dezvoltarea și extinderea continuă a seturilor de date de referință și a concursurilor, cum ar fi DIBCO, vor fi, de asemenea, esențiale pentru a impulsiona această cercetare [15].

Pe măsură ce avansăm, este vital să continuăm să ne punem întrebări și să ne perfecționăm abordările pentru a ne asigura că evaluăm și îmbunătățim în mod eficient tehnicile de binarizare a imaginilor.

### 2.3 Analiza și prelucrarea imaginilor pentru segmentare

Segmentarea imaginilor este un proces esențial în viziunea computerizată, în care o imagine este împărțită în mai multe regiuni și segmente, fiecare segment corespunzând unui obiect sau unei regiuni de interes distincte. Ea joacă un rol crucial în diverse aplicații, inclusiv recunoașterea obiectelor, înțelegerea scenei, imagistica medicală, conducerea autonomă și altele. Prin segmentarea imaginilor, pot fi extrase informații valoroase, permițând o analiză specifică și facilitând sarcinile de viziune computerizată de nivel superior. În domeniul segmentării documentelor, această procesare implică împărțirea unei imagini de document în regiuni semnificative, cum ar fi textul, imaginile, tabelele, anteturile, subso-lurile și alte componente structurale. Segmentarea imaginilor de documente face posibilă extragerea și analiza elementelor individuale, permițând sarcini precum recunoașterea textului, înțelegerea documentelor și analiza aspectului.

Printre metodele populare de segmentare se numără U-Net [18] utilizat în analiza imaginilor biomedicale, GrabCut [19] un algoritm iterativ bazat pe tăierea grafurilor care combină introducerea interactivă a utilizatorului și optimizarea grafurilor, segmentarea Watershed, Mean-Shift, Random Walker [20] și Mask R-CNN [21]. Alegerea algoritmului depinde de factori cum ar fi sarcina specifică de segmentare, caracteristicile imaginii, eficiența computațională și disponibilitatea datelor de instruire etichetate.

Măsurătorile de evaluare joacă un rol crucial în segmentarea imaginilor, deoarece oferă o evaluare cantitativă și obiectivă a performanței și calității algoritmilor de segmentare. Acestea sunt esențiale pentru compararea diferitelor metode de segmentare, pentru reglarea fină a parametrilor algoritmilor și pentru măsurarea progreselor în domeniul vederii computerizate.

În ceea ce privește compararea performanțelor, metricile de evaluare permit compararea performanțelor diferiților algoritmi de segmentare sau a variațiilor aceluiași algoritm. Prin evaluarea cantitativă a unor parametri cum ar fi acuratețea, precizia, reamintirea sau IoU, devine posibilă identificarea algoritmilor sau tehnicilor care oferă rezultate de segmentare superioare. Acest lucru ajută la selectarea celui mai potrivit algoritm pentru o anumită sarcină sau set de date.

Cu toate acestea, metricile de evaluare oferă o modalitate standardizată de evaluare com-

parativă a algoritmilor de segmentare și de urmărire a progreselor în domeniu. Seturile de date cu adnotări de adevăr de bază și protocoale de evaluare stabilite permit cercetătorilor să își compare metodele cu cele mai avansate abordări. Acest lucru ajută la măsurarea progreselor înregistrate de algoritmi de segmentare de-a lungul timpului și permite identificarea tehnicilor noi care le depășesc pe cele existente.

Nu în ultimul rând, metricile de evaluare facilitează analiza seturilor de date prin cuantificarea calității și consecvenței adnotărilor. Acestea ajută la identificarea regiunilor de imagine dificile, a cazurilor de etichetare greșită sau ambiguă și a potențialelor distorsiuni din setul de date. Înțelegerea caracteristicilor setului de date prin intermediul metricilor de evaluare poate ghida dezvoltarea unor algoritmi de segmentare mai buni și poate evidenția domeniile în care este necesară îmbunătățirea setului de date.

În general, metricile de evaluare sunt vitale pentru evaluarea obiectivă și standardizată a algoritmilor de segmentare, ajutând la compararea performanțelor, selectarea algoritmilor, ajustarea parametrilor, evaluarea comparativă și analiza setului de date. Acestea contribuie la progresul în domeniul segmentării imaginilor prin promovarea dezvoltării unor algoritmi mai preciși și mai rezistenți.

În ciuda multitudinii de algoritmi de segmentare a imaginilor propuși, segmentarea imaginilor rămâne o provocare nerezolvată. Progresul în acest domeniu depinde de capacitatea de a verifica dacă un nou algoritm sau o modificare a unui actual reprezintă cu adevărat o îmbunătățire. Tehnicile de evaluare a segmentării facilitează această procedură, oferind o platformă de comparare a diferiților algoritmi de segmentare și a concordanței acestora cu gruparea perceptivă umană.

## Capitolul 3

# Sistem de analiză a imaginilor de documente

Un nou sistem de analiză a imaginilor de documente necesită o abordare configurabilă și adaptabilă pentru un sistem modular de recunoaștere optică a caracterelor (OCR). Scopul este de a încorpora diverse tehnici de preprocesare a imaginilor pentru a îmbunătăți precizia OCR. Caracterul modular al acestui sistem oferă o bază pentru construirea unor sisteme diverse și complexe pentru diferite scopuri.

Sistemul de retroconversie propus se diferențiază de modelele tradiționale prin componentele sale configurabile, oferind o personalizare dinamică în timpul funcționării. Spre deosebire de arhitecturile monolitice, acesta permite utilizatorilor controlul asupra etapelor de procesare și a formatelor de ieșire. Soluția noastră oferă o perspectivă educațională, învățare interactivă și potențial de cercetare, ceea ce o face adaptabilă la diverse scenarii. Această abordare îmbunătățește eficiența performanței și răspunde diverselor nevoi ale utilizatorilor, contribuind în mod holistic la progresele OCR.

Fiecare funcție este executată de o componentă independentă. Aceste componente, executate prin intermediul parametrilor din linia de comandă, generează imagini sau fișiere în formate XML/JSON. Fiecare modul este reglat pentru o sarcină distinctă, realizată printr-o secvență de sarcini și o selecție finală a candidaților prin intermediul unui sistem de vot. Fluxul sistemului este ușor de utilizat și adaptabil, permițând personalizarea în timpul execuției. Utilizatorii pot ajusta sistemul în timp ce acesta funcționează, sporind adaptabilitatea și utilizabilitatea. Sistemul propus de noi organizează modulele în clase, fiecare dintre ele fiind concepută pentru sarcini specifice. Această arhitectură, construită pe baze individuale, oferă avantaje în diverse domenii.

În **educație**, această abordare le permite studenților să înțeleagă, să modifice și să valideze sistemul, stimulând abilitățile de rezolvare a problemelor și creativitatea. Abordarea modulară oferă un control granular, îmbunătățind învățarea.

Pentru **cercetare**, modularitatea permite experimente extinse, facilitând investigația și optimizarea rezultatelor. Izolarea modulelor ajută la înțelegerea rezultatului intermediar și poate duce la descoperirea erorilor și unor rezultate mai bune.

În ceea ce privește **producția** și performanța, interconectarea modulelor oferă flexibilitate și feedback în timp real asupra erorilor. Autoreglarea sporește fiabilitatea și adaptabilitatea, asigurând productivitatea și relevanța viitoare.

În general, designul modular propus aduce beneficii educației, cercetării și producției, făcând să avanseze sistemul de retroconversie cu o învățare, o inovare și o productivitate îmbunătățite.

### 3.1 Despre educație - Sistem modular

În domeniul educației, beneficiile acestui sistem modular devin foarte clare. Acesta oferă studenților o gamă largă de oportunități de învățare și dezvoltare. De exemplu, elevilor li se pot da sarcini mai simple, cum ar fi înlocuirea unui singur modul, sau pot fi provocați cu sarcini mai complexe, cum ar fi proiectarea unei întregi clase de module de la zero.

În ambele cazuri, studenții dobândesc experiența valoroasă de a interacționa direct cu sistemul, aducând cunoștințele lor teoretice în practică. Li se oferă șansa de a testa răspunsurile sistemului la modificările lor, validându-și munca într-un scenariu din lumea reală. Astfel de experiențe practice au un efect profund asupra învățării lor, îmbogățindu-le înțelegerea complexității sistemului și îmbunătățindu-le setul de competențe.

Prin urmare, în contextul educațional, acest design modular face mai mult decât să simplifice sarcinile complexe. Oferă o platformă de învățare bogată, bazată pe experiență, în care elevii pot înțelege, experimenta și crește, punând o bază solidă pentru viitorul lor în domeniul tehnologiei și al inovării.

### 3.2 Despre cercetare - Eliminarea zgomotului din imagine

Succesul soluției de retroconversie constă în calitatea imaginii document. Pentru a îmbunătăți imaginea de document, una dintre etapele de preprocesare inclusă în procesul de procesare este eliminarea zgomotului imaginii.

Zgomotul este denumit de obicei după distribuția semnalului de zgomot. Ca urmare, se întâlnesc semnale de zgomot care pot fi caracterizate de o distribuție Poisson, Gaussiană sau chiar normală, precum și de zgomotul sare și piper, care reprezintă impulsuri extrem de mari și extrem de mici. Scopul acestei metode este de a introduce o metodă simplă de eliminare a zgomotului imaginilor prin vot, ce include diverse filtre specializate în diferite tipuri de zgomot de imagine digitală. Rezultatele obținute sunt comparate cu o tehnică de denoising bine cunoscută în ceea ce privește performanța și calitatea.

Algoritmul începe prin eliminarea zgomotului de sare și piper. Apoi, acesta analizează în profunzime imaginea pentru a elimina zgomotul gaussian, abordând fiecare tip de zgomot în mod independent pentru o eliminare completă. Această abordare etapizată este esențială pentru această soluție. Zgomotul de sare și piper se evidențiază ca impulsuri cu valoare mare și mică a pixelilor. O tehnică utilizată pe scară largă pentru a-l contracara este filtrarea mediană. Această metodă neliniară evaluează împrejurimile unui pixel, calculând mediana acestuia și înlocuind pixelul original. Acest lucru atenuează valorile extreme cauzate de acest zgomot, ducând la imagini mai netede. Deși simplă, această tehnică tratează eficient zgomotul de sare și piper prin utilizarea valorilor mediane pentru a contracara

valorile aberante. Incorporarea acestora îmbunătățește calitatea imaginii prin reducerea perturbațiilor cauzate de zgomot.

Spre deosebire de zgomotul de sare și piper, zgomotul gaussian poate fi redus cu ajutorul filtrelor gaussiene sau al filtrelor de tip cutie. Cu toate acestea, aceste filtre, care acționează ca filtre trece-jos, netezesc involuntar marginile, afectând claritatea imaginii. Pentru a contracara acest lucru, filtrele specializate de denaturare, cum ar fi filtrul bilateral, păstrează claritatea marginilor.

Următoarea etapă constă în scăderea imaginii filtrate din cea cu zgomot, izolând semnalul de înaltă frecvență de zgomot. Presupunând că acest semnal este format în principal din zgomot gaussian, calculăm deviația standard a acestuia din harta de zgomot. Această valoare ghidează apoi abaterea de culoare a filtrului bilateral. Abaterea standard spațială și diametrul de vecinătate al pixelilor rămân fixe. Astfel, metoda propusă oferă o soluție eficientă și adaptată pentru gestionarea diferitelor tipuri de zgomot de imagine, valorificând caracteristicile specifice ale fiecărui tip de zgomot pentru a îmbunătăți calitatea generală a imaginii.

Algoritmul de eliminare a zgomotului din imagine propus s-a dovedit a fi eficient în eliminarea atât a zgomotului gaussian, cât și a celui de tip "sare și piper". Atunci când este juxtapus cu un algoritm recunoscut, cum ar fi Fast Non-Local Mean Denoise (FNLMD), acesta demonstrează performanțe comparabile sau chiar superioare în condiții specifice, în special în ceea ce privește eliminarea zgomotului de tip sare și piper sau a unor cantități minime de zgomot gaussian.

Algoritmul propus, prin eficacitatea și adaptabilitatea sa, reprezintă o contribuție valoroasă. Cu toate acestea, potențialul său deplin nu a fost încă exploatat pe deplin, iar lucrările viitoare îi pot îmbunătăți și mai mult eficacitatea, versatilitatea și integrarea cu alte tehnici de prelucrare a imaginilor.

### **3.3 Despre performanță - Propunerea unei noi metode pentru conectarea componentelor conexe**

Performanța DIAS se bazează pe cercetarea și eforturile de îmbunătățire a metodelor existente și pe crearea altora noi și oferă o abordare adaptată pentru fiecare scenariu și limitare prezentată. Metoda introdusă identifică rapid componentele conectate [22] în imagini binare folosind structuri de date eficiente. Utilizarea sa de memorie este proporțională cu lungimile de execuție [23] din imaginea de intrare. Simplitatea și complexitatea sa redusă o fac ideală pentru sarcinile intensive de detectare a componentelor.

Metoda propusă pentru etichetarea componentelor conectate are următoarele contribuții în domeniul studiat:

- Metoda CCL are o stocare statică în memorie a întregii colecții de execuții și a structurilor SAP echivalente acestora. Listele conectate și relațiile dintre ele nu modifică pozițiile elementelor constitutive în memorie, ci doar schimbă relațiile dintre ele.

Acest lucru conduce la o procesare rapidă, fără alocări/dealocări de memorie în timpul execuției.

- Soluția propusă are o adaptare imediată a metodei pentru conectivitatea pe 4 sau 8 căi prin simpla modificare a relației dintre două execuții de pe rândurile adiacente. Această relație poate fi generalizată pentru a încuraja conexiuni mai puternice sau mai slabe, prin stabilirea unui decalaj.
- Oferă o generare completă, fără mișcări/alocări/dealocări de blocuri de memorie, a fiecărei componente conectate în cazul unei operații de fuziune cu o nouă componentă conectată. Acest lucru se realizează prin navigarea rapidă în lista mai scurtă dintre L1 și L2, asociată cu cele două componente care sunt fuzionate, și astfel setarea noului cap al listei rezultate de un număr minim de ori. Valoarea decalajului pentru conectivitatea în patru direcții este stabilită la 1, respectiv 0 pentru conectivitatea în opt direcții.
- Metoda gestionează o componentă conectată numai prin menținerea convenției conform căreia SAP-ul de pornire este autoreferențiat de pointerul PRIM.

În continuare, enumerăm principalele contribuții ale acestui capitol.

- Am oferit un context cuprinzător cu privire la sistemele de analiză a imaginilor de documente și la prelucrarea imaginilor, cu accent pe binarizare și segmentare, precum și metrice de ultimă oră pentru evaluarea algoritmilor de binarizare și segmentare.
- Am prezentat un sistem modular inovator care încorporează funcționalitatea de recunoaștere optică a caracterelor (OCR), care a fost utilizat în cadrul proiectului Lib2Life [8] pentru digitalizarea a 4 milioane de pagini.
- Am dezvoltat o strategie de vot pentru eliminarea zgomotului gaussian și a zgomotului de sare și piper, care este de 10 ori mai rapidă decât Fast Non-Local Mean Denoise (FNLMD) cu MSE sub 0,01.
- Am propus o metodă care vizează identificarea rapidă a componentelor conectate într-o imagine binară, care utilizează structuri de date simple și eficiente, folosind o memorie direct proporțională cu numărul de lungimi de rulare din imaginea de intrare.

## Capitolul 4

# Analiza și prelucrarea imaginilor

### 4.1 Abordări de prelucrare a imaginilor pentru combinarea inteligentă a rezultatelor mai multor algoritmi

Soluțiile bazate pe vot propun o modalitate diferită de a combina abordările existente care funcționează în scenarii specifice, dar nu și în cazuri generale. Scopul este de a utiliza fiecare soluție în domeniul în care funcționează cel mai bine și de a le combina pentru a asigura cele mai bune rezultate.

#### 4.1.1 Strategie de votare pentru binarizarea imaginilor

Binarizarea este o etapă esențială de preprocesare a imaginii înainte de recunoașterea textului, deoarece îmbunătățește performanța textului obținut și reduce efortul necesar pentru postprocesare în vederea găsirii greșelilor, care necesită adesea intervenția umană. Binarizarea are ca scop clasificarea pixelilor în două grupuri: alb și negru. Obținerea unei imagini alb-negru înseamnă separarea fundalului, care este textul, de prim-plan.

Am investigat numeroase euristici pentru a identifica cea mai potrivită procedură de thresholding pentru ca algoritmi noștri să stabilească threshold adecvat. Strategia de vot sugerată, care o reflectă pe cea menționată în [24][25], are în vedere **mai multe runde de vot** pentru a ajunge la un anumit set de thresholding potrivite pentru imaginea dată.

**Prima alegere** implicată în algoritmul de vot are ca scop eliminarea candidaților neimportanți care nu se califică drept threshold fezabil. Putem specifica faptul că, pentru orice imagine pe care o luăm în considerare în acest studiu, proporția dintre pixelii de fundal și cei de prim-plan nu trebuie să depășească un anumit raport.

**A doua alegere** utilizează o strategie comparabilă, dar o implementează doar local pe o fereastră cu înălțimea aproximativă a trei rânduri de text. Acest lucru asigură faptul că, deși thresholding global este eficient, poate detecta anumite anomalii la nivel local. Deși deocamdată putem utiliza praguri statice în faza inițială, este posibil ca această abordare să se clatine în prezența marginilor de pagină, unde nu avem atât elemente de fundal, cât și de prim-plan.

Pentru **a treia alegere** alegem o procedură în stil turneu care se desfășoară în două etape: inițial, implicând toate binarizările și apoi grupuri specifice de binarizări, de exemplu, un lot care conține 16 participanți. Scopul este de a elimina o parte dintre participanți, de exemplu, cei mai neobișnuiți 25%.

**Alegerea finală**, deși nu este o alegere în sine, procesează imaginile reziduale, construiește o matrice de probabilități și o tratează ca pe o imagine în tonuri de gri, cu probabilități care se întind de la 0% la 100%, extinse la intervalul 0-255 în tonuri de gri. Imaginea binarizată finală este apoi generată prin stabilirea unui threshold la punctul median, care este 127.

<b>Binarization Method</b>	<b>Average F-Measure</b>	<b>Average PSNR</b>	<b>STDEV F-Measure</b>	<b>STDEV PSNR</b>	<b>Ranking by F-Measure</b>	<b>Ranking by PSNR</b>
Average	38.10	6.01	14.41	1.08	7	7
Niblack	43.61	7.21	15.32	1.20	6	6
Nick	79.39	16.42	14.70	2.80	3	2
Sauvola	61.14	14.86	27.70	3.53	4	4
Wolf	59.72	11.40	17.47	2.15	5	5
Otsu	80.55	16.07	17.35	4.20	2	3
<b>Proposed method</b>	<b>82.72</b>	<b>16.46</b>	<b>11.32</b>	<b>2.36</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Tabela 4.1: Comparație între metoda propusă și metode reprezentative din domeniu

Testele au indicat, în general, că metoda de vot propusă, discutată aici, se situează în mod constant printre cele mai bune metodologii atunci când se tratează documente de intrare de tip text în imagini. Cu toate acestea, în cazul documentelor care conțin scris de mână netradițional, ilustrații, diagrame sau elemente decorative, este posibil ca studiul propus să nu ofere rezultate optime. Acest lucru se datorează faptului că selecția prin vot depinde de testele de respingere care utilizează statisticile medii de umplere a fontului. În plus, alegerea dimensiunii ferestrei locale se bazează pe înălțimea medie a textului.

Tabelul 4.1 oferă statistici consolidate pentru 89 de imagini din seturile de date menționate anterior la aplicarea metodei propuse în contrast cu o serie de metode globale și locale bine cunoscute în literatura academică. Metoda propusă iese în evidență, situându-se pe primul loc între toate celelalte opțiuni, luând în considerare F-Measure și PSNR ca măsurători. În plus, în comparație cu următorii concurenți de top, soluția propusă are cel mai mic STDEV global pentru F-Measure și cel mai mic STDEV pentru PSNR. Acest lucru nu numai că demonstrează superioritatea metodei față de alte abordări, dar indică, de asemenea, stabilitatea acesteia în ceea ce privește furnizarea de rezultate consistente. STDEV-ul superior al PSNR pentru metodele de binarizare Average și Niblack implică doar faptul că aceste metode oferă în mod constant rezultate mai slabe, după cum reiese din clasamentul lor pe ultimele locuri atât pentru F-Measure, cât și pentru PSNR.

Propunem un sistem de binarizare care execută mai multe metodologii pentru a genera candidați fezabili pentru problema curentă, apoi efectuează o serie de teste de validare și tactici bazate pe vot într-un proces de selecție de tip turneu pentru a determina candidatul cel mai potrivit.

În comparație cu soluțiile tradiționale, abordarea propusă le întrece pe acestea, demonstrând o performanță superioară, o excelență constantă a rezultatelor, rezistență la erorile introduse de algoritmi de binarizare a candidaților și utilizarea doar a unor statistici agile



și economice din punct de vedere tehnic, necesare pentru luarea unor decizii fundamentale. Atunci când o singură valoare de threshold nu poate aborda în mod adecvat problema binarizării, cum ar fi atunci când condițiile de iluminare variază pe parcursul aceleiași pagini, strategia este deosebit de reușită. Prin urmare, ea poate fi utilizată cu încredere ca fază de binarizare nesupravegheată într-un proiect de retroconversie care vizează o operațiune de digitizare în masă.

#### 4.1.2 Strategie de votare pentru binarizarea imaginilor folosind ponderi

În secțiunea 4.1.1, propunem o strategie de vot pentru imagini de documente bazată pe turneu. Scopul următorului experiment este de a propune un sistem care să includă informații din publicațiile anterioare, adoptând în același timp o abordare oarecum diferită a plasării ferestrelor. Ca urmare, abordarea sugerată ar trebui să necesite mai puțin timp pentru calcul, producând în același timp rezultate globale satisfăcătoare.

Această soluție este propusă pentru a viza imaginile de documente care conțin scris de mână. Pornind de la imaginile țintă, primul pas este convertirea imaginii în scală de gri folosind algoritmul Color to Grey [26].

Sistemul propus utilizează metode globale și locale pentru a oferi o soluție la această problemă. Abordarea se bazează pe rezultatul următorilor algoritmi: Otsu[11] și Kittler[27] pentru binarizare globală; Niblack[28] și Sauvola[29] pentru binarizare locală.

Prima etapă presupune aplicarea tuturor celor patru algoritmi menționați anterior la imaginea în tonuri de gri, rezultând patru imagini (câte una din metodele Otsu[11], Kittler[27], Niblack[28] și Sauvola[29]). Aceste patru imagini sunt apoi fuzionate într-o singură imagine pentru etapa următoare, folosind un sistem de vot majoritar. În acest sistem, fiecare pixel din imaginea rezultată este desemnat ca fiind negru dacă majoritatea metodelor atribuie pixelului corespunzător aceeași valoare, în caz contrar, acesta este marcat ca fiind alb, ceea ce înseamnă că face parte din fundal.

Metoda propusă elimină în mod eficient zgomotul de binarizare generat de algoritmi globali atunci când tratează un volum mare de elemente sau un contrast variabil, precum și de algoritmi locali atunci când au de-a face cu regiuni care conțin un număr redus de obiecte. Această abordare produce o imagine de ieșire clară, care este potrivită pentru procesarea ulterioară în etapele ulterioare de OCR.

#### 4.1.3 Combinarea de thresholduri pentru binarizarea imaginilor

Metodele bazate pe thresholduri sunt răspândite în numeroase domenii, cu o relevanță specifică pentru binarizarea imaginilor, care utilizează în mod tradițional algoritmi de threshold global și local. Această secțiune prezintă o abordare nouă a binarizării imaginilor, în care capacitatea rețelelor neuronale este utilizată nu doar pentru determinarea thresholdurilor optime, ci și pentru combinarea mai multor thresholduri globale provenite din tehnicile de binarizare existente, ca o altă abordare pentru obținerea thresholdului corect. Obiectivul principal al metodei noastre este de a dezvolta o strategie robustă de binarizare capabilă să

gestioneze o gamă largă de condiții de imagine. Prin integrarea punctelor forte ale diferitelor tehnici de thresholding, abordarea noastră urmărește să stabilească o legătură semnificativă între metodele tradiționale de thresholding și cele susținute de învățarea profundă.

Această lucrare introduce o strategie inovatoare de binarizare a imaginilor, în care puterea rețelelor neuronale este exploatată în mod unic. În loc să folosim doar rețelele neuronale pentru a discerne o valoare optimă a threshold, le utilizăm pentru a amalgama mai multe valori de threshold care sunt derivate dintr-o serie de tehnici existente de binarizare a imaginilor. Acest lucru nu numai că introduce un nivel de adaptabilitate în abordarea noastră, dar se bazează și pe punctele forte colective ale metodelor consacrate, oferind astfel o soluție mai cuprinzătoare la problema binarizării imaginilor. Acest lucru subliniază versatilitatea rețelelor neuronale în gestionarea sarcinilor complexe și prezintă un unghi inventiv al procesului de binarizare a imaginilor.

Am calculat thresholdurile prin utilizarea unei selecții diverse de seturi de date de renume, cunoscute pentru utilizarea lor în cercetarea privind binarizarea imaginilor. Seturile de date încorporate în acest proces includ: DIBCO (Document Image Binarization Competition): DIBCO [30], H-DIBCO (Hellenic DIBCO), NoisyOffice [31], PHIBD (Printed Historical Indian Books Dataset) [32], BICKLEY DIARY [33], Palm Leaf [34] și Nabucco.

Studiul nostru a utilizat un set de date colectate care cuprinde 1.195 de imagini. Aceste imagini au fost preprocesate și ajustate cu corecția gamma (valoarea pentru gamma este crescută cu pași de 0,1 în intervalul 0,5 - 2) și s-au obținut 19.120 de imagini. Setul de date obținut este utilizat atât pentru faza de instruire, cât și pentru cea de testare. Pentru fiecare imagine, a fost calculat un set de 15 valori de thresholding utilizând suita de algoritmi delimitată anterior. În plus, a fost calculată o valoare de threshold optimă proprie, utilizând o soluție concepută de echipa noastră de cercetare, care servește drept referință pentru sistemul nostru.

Arhitectura analizată constituie o rețea neuronală artificială de tip feed-forward. Pentru fiecare imagine din setul de date, construim un tabel de căutare care detaliază F-measure pentru diferite intervale de thresholding pe baza histogramei imaginii. Această metodă oferă un mecanism simplu de evaluare a F-measure asociate cu orice valoare de thresholding precisă. Această abordare ne permite să validăm și să evaluăm direct și eficient eficacitatea thresholdurilor prezise.

Pentru evaluarea thresholdurilor, am aplicat modelul nostru pe întregul set de date pentru a genera valori de threshold prezise. Folosindu-ne de tabelul de căutare, am calculat media F-Measure, obținând un rezultat de 77,34. Având în vedere că am utilizat exclusiv metode de thresholding global, acest rezultat este destul de satisfăcător.

Method	Ideal	Otsu	Kittler	Lloyd	Sung	Ridler	Huang	Ramesh
F-Measure	81.75	67.11	64.56	63.65	61.68	64.88	53.06	53.67
Li1	Li2	Brink	Kapur	Sahoo	Shabang	Yen	Tsai	Proposed
66.51	68.59	62.33	60.13	59.91	50.22	58.46	60.24	77.34

Tabela 4.2: Rezultatele metodelor individuale pentru setul de date utilizat

Ca un punct de comparație, valoarea maximă pentru thresholdul global optim este de aproximativ 81,75% în setul de date utilizat, așa cum este prezentat în tabelul 4.2. Rezultatele preconizate de soluția propusă depășesc metoda individuală. Astfel, performanța modelului nostru se ridică favorabil în acest context.

Acest studiu a demonstrat cu succes potențialul rețelelor neuronale în îmbunătățirea robusteții și adaptabilității binarizării imaginilor, un proces fundamental în domeniul vederii computerizate. Prin integrarea inovatoare a mai multor tehnici de thresholding global în procesul de învățare, am reușit să navigăm în complexitatea și variabilitatea condițiilor de imagine, subliniind rolul esențial al metodelor de învățare profundă. Modelul nostru, antrenat pe o serie de seturi de date diverse și evaluat cu ajutorul unor metrici robuste, a obținut rezultate satisfăcătoare. În continuare, ne propunem să continuăm să ne perfecționăm abordarea și să explorăm arhitecturi și algoritmi mai sofisticăți pentru a ridica și mai mult procesul de binarizare a imaginilor.

#### 4.1.4 Strategie de votare pentru segmentarea imaginilor

Propunem o metodă de vot care combină rezultatele mai multor algoritmi de segmentare notabili. Obiectivul este de a atenua dezavantajele algoritmilor individuali și de a obține rezultate mai precise, atunci când este posibil. Constatările noastre experimentale demonstrează că metoda propusă îmbunătățește, în general, calitatea rezultatului și inspiră o mai mare încredere în aplicarea sa.

Obiectivul principal al segmentării este de a simplifica imaginea, facilitând analiza acesteia. Aplicația sa principală constă în recunoașterea unor componente precum linii, curbe și chiar obiecte întregi în interiorul unei imagini de intrare. Segmentarea binară este un tip de segmentare a imaginii care include diferențierea unui obiect de fundalul său. Aceasta este o etapă critică în procesul de recunoaștere a obiectelor.

Soluția propusă se bazează pe metodologia de vot a Anei Fred [35] cu o pondere personalizată pentru fiecare algoritm luat în considerare, numită în această cercetare *putere de vot*. În procesul de votare, fiecare algoritm are o pondere distinctă. În timp ce cercetările anterioare au acordat ponderi în funcție de nivelul de segmentare, tehnica propusă de noi se bazează pe indicatorii de performanță a grupării, cum ar fi F-Measure și V-measure.

În configurația sa actuală, soluția noastră este construită pentru a utiliza șase metode distincte ca intrare pentru proces. Acești algoritmi includ: Gabor Filter, Graph-Based Segmentation, Histogram Based Segmentation, K-Means, Mean Shift și Watershed. Fiecare

dintre aceste tehnici își aduce propriile puncte forte unice și contribuie la eficacitatea generală a soluției noastre de segmentare a imaginilor.

În scopul testării și validării efective a metodologiei noastre de segmentare a imaginilor, am selectat setul de date și referința de segmentare Berkeley Segmentation Dataset and Benchmark (BSDS500) [36] ca principală resursă de testare. În ceea ce privește parametrii de performanță, am optat pentru calcularea măsurii V pentru a evalua eficacitatea rezultatelor noastre de segmentare.

Segmentation Algorithm	V-measure
Mean Shift	0.114
Watershed	0.238
Graph Based	0.339
Gabor Filtering	0.313
K-Means	0.255
Histogram	0.155
<b>Proposed method</b>	<b>0.435</b>

Tabela 4.3: Comparare V-measure pentru metodele utilizate și soluția propusă

În tabelul 4.3, prezentăm o analiză comparativă a valorilor V-measure obținute de metoda noastră propusă față de cele ale algoritmilor individuali utilizați ca intrări. După cum se arată, scorul V-measure asociat metodei noastre este în mod constant mai mare decât cel al oricărui algoritm individual, demonstrând performanța și eficiența sporită a tehnicii noastre de vot cu mai mulți algoritmi în segmentarea imaginilor. Acest rezultat de succes subliniază puterea și potențialul metodei noastre propuse de a oferi o segmentare mai precisă și mai nuanțată a imaginilor.

Algoritmul de vot inovator pe care l-am introdus și discutat în detaliu pe parcursul acestei lucrări prezintă o promisiune substanțială. Rezultatele obținute la segmentarea imaginilor au fost impresionante din punct de vedere vizual, demonstrând un grad ridicat de detaliu și nuanță. Mai mult, aceste rezultate plăcute din punct de vedere vizual au fost întărite și coroborate de indicatorii noștri numerici de performanță, conferind valabilitate cantitativă observațiilor noastre calitative.

#### 4.1.5 Strategie de votare pentru detecția muchiilor din imagine

Algoritmii de detectare a marginilor funcționează prin convoluția imaginii de intrare cu un filtru direcțional specific. Având în vedere peisajul actual, nicio soluție unică nu poate garanta un rezultat optim pentru diferite tipuri de imagini de intrare. Prin urmare, mai mulți algoritmi au fost implementați pentru un scop specific și sunt eficienți doar pe un set de date specific și un filtru selectat. Putem evalua performanța unui algoritm pe diferite tipuri de imagini, ceea ce ne permite să selectăm cel mai bun candidat din rezultatele

acumulate. Algoritmul de vot utilizează voturi ponderate, majoritare și unanime cu scopul principal de a spori acuratețea rezultatului.

Prezentăm un mecanism de vot conceput pentru a identifica cei mai buni candidați din toate opțiunile posibile și pentru a selecta cel mai pertinent rezultat dintr-o colecție de rezultate intermediare derivate din tehnici consacrate.

Marginile pot fi definite ca fiind liniile care leagă punctele în care există schimbări bruște sau discontinuități în intensitate. De obicei, marginile se găsesc **la granița** diferitelor sectoare ale imaginii [37]. Detectarea marginilor reprezintă un prim pas crucial în procesarea imaginilor[38], astfel încât este prezentă în mai multe domenii privind robotica, viziunea computerizată și medicina.

Pentru a combina rezultatele mai multor algoritmi de detectare a marginilor, se utilizează un sistem de vot pentru combinarea operatorilor Sobel, Scharr, Prewitt și Laplacian. Propunem utilizarea următoarelor tehnici de vot, explicate în detaliu mai jos, votul majoritar, votul unanim și votul ponderat.

Un mod abstract de a privi scenariul prezentat este că fiecare algoritm de detectare a marginilor reprezintă un votant care votează pentru fiecare pixel din imagine. Votul are rolul de a decide dacă pixelul face parte dintr-o muchie sau nu. Deoarece majoritatea algoritmilor oferă un rezultat în tonuri de gri, în care marginea are valori de gri, pentru a păstra coerența, aplicăm un prag simplu la imaginea rezultată pentru a avea doar pixeli albi și negri, pentru a simplifica votul. Imaginea finală rezultată este creată pixel cu pixel. Fiecare pixel este citit din imaginea rezultată de fiecare algoritm de detectare a marginilor și interpretat. Dacă pixelul este alb, acesta reprezintă un vot în favoarea marginii, iar dacă pixelul este negru, votul este împotriva marginii. În funcție de sistemul de vot utilizat, există mai multe moduri de interpretare a voturilor.

#### 4.1.5.1 Votul majoritar

Pentru algoritmul de vot majoritar, am utilizat algoritmul de vot majoritar Boyer-Moore [39]. Este cea mai simplă logică de vot, deoarece toate voturile au aceeași pondere și nu trebuie analizate date anterioare înainte ca algoritmul să poată fi executat. Atâta timp cât jumătate +1 din algoritmi de detectare a marginilor votează în favoarea faptului că pixelul face parte din margine, pixelul din imaginea finală rezultată va fi un pixel de margine. Avantajul acestui sistem de vot constă în faptul că pixelii de margine din cazurile extreme sunt eliminați, iar dacă un număr suficient de algoritmi de detectare a marginilor dau ca rezultat o margine, șansele ca marginea să fie o margine reală și nu o interpretare eronată sunt foarte mari.

#### 4.1.5.2 Vot unanim

În cazul algoritmului de vot unanim, un pixel de muchie în imaginea finală rezultată apare numai în cazul în care toți algoritmi de detectare a marginilor au votat în favoarea sa, cu alte cuvinte, în cazul în care există un pixel de muchie în toate imaginile rezultate, deci o

Image Name	MSE	SSIM
handGuide.png	0.00	1.00
unanimousVoteResult.png	3403.65	0.71
majorityVoteResult.png	3221.77	0.80
weightedVoteResult.png	1537.39	0.91

Tabela 4.4: Comparare rezultate algoritmi de votare

decizie unanimă. Acest sistem de vot este destul de strict, deoarece absolut toți algoritmi de detectare a marginilor trebuie să dea același rezultat, în acest fel sunt eliminate erorile, dar există și riscul ca elementele valide să fie eliminate, deoarece nu toți algoritmi de detectare a marginilor produc rezultate similare, iar unii sunt specializați pe anumite elemente care vor fi complet ignorate prin utilizarea acestui sistem de vot. În cazul nostru, acesta nu produce un rezultat utilizabil.

#### 4.1.5.3 Votul ponderat

Pentru sistemul de vot ponderat, am utilizat conceptul de indice de putere Banzhaf [40], în care votul fiecărui participant are o pondere diferită. Pentru a pune în aplicare acest lucru, fiecare participant primește mai multe voturi, iar numărul de voturi determină ponderea. De asemenea, se definește o cotă care, dacă este atinsă, alegerile sunt câștigate.

Principalul dezavantaj al acestui algoritm este că este nevoie de cunoștințe prealabile înainte de a aplica acest sistem de vot, astfel încât nu poate fi implementat din mers. Avem nevoie de ponderea fiecărui alegător, pentru aceasta este necesar să avem cunoștințe despre alegători și despre algoritmi de detectare a marginilor.

Pentru a compara rezultatele, am folosit două metrici: eroarea medie pătratică și indicele de similaritate structurală. Din tabelul 4.4, putem concluziona că imaginea rezultată în urma algoritmului de vot ponderat are cea mai mare similitudine cu marginile adnotate manual, mai mare chiar și decât cel mai bun algoritm de detectare a marginilor de sine stătător, așa cum era de așteptat.

Ca o dezvoltare ulterioară, ar trebui să se dezvolte o modalitate programatică de a atribui ponderi pentru fiecare alegător. Acest lucru va oferi cea mai mare flexibilitate și va permite obținerea celor mai bune rezultate.

## 4.2 ARchitect

Unul dintre obiectivele procesării și analizei imaginilor este de a extrage informații din imagine și de a le utiliza în diferite contexte. Abordarea prezentată în această secțiune modifică stilul unei clădiri detectate de camera telefonului și extrage informații precum stilul actual al acesteia, vârsta și distanța față de utilizator.

Un stil arhitectural cuprinde un set distinct de trăsături și caracteristici care permite iden-

DPM+LSVM	DPM+MLLR	MLLR+SP	DPM+IEP+LR	DPM+IEP+SVM	Proposed solution
37.69%	42.55%	46.21%	53.52%	55.35%	<b>81.00%</b>

Tabela 4.5: Compararea acurateții

tificarea clădirilor sau a structurilor cu o anumită perioadă istorică. De-a lungul timpului, stilurile arhitecturale evoluează, reflectând dezvoltarea culturală a unei regiuni.

Cu toate acestea, provocarea actuală constă în clasificarea acestor stiluri arhitecturale. Această sarcină devine din ce în ce mai complexă din cauza procesului gradual de schimbare a stilului și a variației culturale în cadrul unui anumit stil. În plus, viziunea arhitecturală a creatorului face adesea legătura între stiluri, estompând granițele și adăugând un alt nivel de complexitate relațiilor dintre ele, ceea ce duce la probleme de clasificare [41].

Metoda de clasificare a stilurilor utilizează învățarea prin transfer cu EfficientNet [42], folosind EfficientNet-B0 ca model de bază. Setul de date [43] conține aproximativ 5 000 de imagini în 25 de stiluri. Creșterea datelor cu BING [44] propune regiuni de interes, îmbunătățind precizia. Straturile inițiale ale rețelei implică redimensionarea datelor de intrare la 224x224 și creșterea datelor, cum ar fi întoarcerea aleatorie a datelor. Pentru a combate supraadaptarea, ieșirea EfficientNet trece prin normalizarea loturilor, gruparea mediei globale și abandonarea. Softmax acționează ca funcție de activare finală pentru distribuția claselor.

Pentru a modifica stilurile arhitecturale ale imaginilor, se utilizează un GAN bazat pe styleGAN, care permite controlul asupra ieșirii stilului de construcție. Imaginile de intrare sunt proiectate în spațiul latent  $W$ , sursa imaginilor generate. Interpolarea liniară a vectorilor latenți îmbină stilurile a două imagini, transformând stilul arhitectural al imaginii de intrare. Setul de date de instruire [45] conține 10113 imagini de clădiri în 25 de stiluri, echilibrate cu aproximativ 400 de imagini pentru fiecare categorie.

În măsurători au fost utilizate precizia validării și scorul Fréchet Inception Distance (FID). FID evaluează calitatea imaginii modelului generativ. Clasificatorul stilului arhitectural atinge o precizie de aproximativ 81%. Formarea clasificatorului implică două etape. Prima a fost instruirea cu greutatea înghețate ale EfficientNet-B0 inițializate din ImageNet, iar a doua, reglarea prin activarea ultimelor 20 de straturi cu o rată inițială de învățare mai mică.

Imaginile proiectate cu ajutorul GAN-ului antrenat propus pe setul de date gotic (aproximativ 300 de imagini) nu au avut o calitate suficientă pentru a le utiliza în conducta de generare a fațadelor.

Studiile ulterioare ar putea implica reglarea hiperparametrilor, limitată de hardware. Explorarea unor modele diferite de estimare a adâncimii ar putea îmbunătăți reconstrucțiile fațadelor îndepărtate. Investigarea GAN-urilor 3D ar putea simplifica conductele prin integrarea etapelor de estimare a adâncimii și de reconstrucție a suprafețelor.

Mai jos, enumerăm principalele contribuții ale acestui capitol.

- Am recomandat o strategie pentru mecanismul de vot în binarizarea imaginilor, care combină o serie de algoritmi clasici de thresholding cu scopul de a obține rezultate mai bune decât performanța individuală a candidaților. Strategia s-a clasat pe primul loc în ceea ce privește F-Measure și PSNR în comparație cu candidații individuali: Average, Niblack, Nick, Nick, Sauvola, Wolf, Otsu.
- În plus, cea de-a doua strategie utilizată în sectorul de binarizare a imaginilor combină doi algoritmi globali și doi algoritmi locali într-o schemă ponderată.
- Am găsit o metodă pentru a dezvolta o strategie robustă de binarizare capabilă să gestioneze o gamă largă de condiții de imagine prin integrarea punctelor forte ale diferitelor tehnici de thresholding. Modelul nostru învață și stabilește o legătură semnificativă între metodele tradiționale de thresholding și propune un threshold candidat. Modelul are 77,34% F-Measure, aproape de pragul ideal, care are 81,75%. Următoarea tehnică de prag individual este de 68,59% pentru Li2, iar ultima, Huang, are 53,06%.
- Am implementat o strategie de vot pentru segmentarea imaginilor prin combinarea unei serii de algoritmi de segmentare pe bază de entropie care obțin o valoare de 0,435 pentru V-Measure mai mare decât scorurile individuale, care sunt cuprinse între 0,114 și 0,339.
- Am elaborat o strategie de vot pentru detectarea marginilor în care am combinat operatorii Sobel, Scharr, Prewitt, Laplacian și Canny cu 3 perspective diferite: vot unanim, vot majoritar și vot ponderat care au obținut SSIM egal cu 0,71, 0,8 și 0,91. Abordarea votului ponderat depășește toate rezultatele individuale, care se situează în intervalul 0,54 - 0,90.
- Am implementat o soluție care implică capturarea unei imagini a unei fațade, generarea unei imagini a fațadei într-un stil arhitectural diferit și apoi estimarea informațiilor de adâncime per pixel pentru a reconstrui cu succes un mesh 3D a unei fațade într-un alt stil arhitectural.



## Capitolul 5

# Dezvoltare software

Crearea unui produs software implică un proces de dezvoltare software în care abilitățile echipei, bunăstarea acesteia, instrumentele folosite și forma de organizare pot descrie succesul produsului sau îl pot trimite la moarte. Nu este un mister să spunem că un produs este mai mult decât codul din spatele său.

Explorăm modul în care abordările competitive și cooperative pot optimiza procesul de învățare. De asemenea, ne concentrăm pe partea de management a procesului de dezvoltare de software. Continuăm cu modul în care procesul decizional influențează dinamica echipelor. În această notă, intrăm într-un domeniu al bunelor practici, cu accent pe modul în care somnul poate afecta calitatea muncii dezvoltatorului.

În continuare, trecem la explorarea ecosistemului startupurilor tehnologice și a diferențelor dintre acestea și transferurile tehnologice. De asemenea, încercăm să extindem statutul ecosistemului românesc de startupuri de tehnologie în ceea ce privește echipele din spate, modul în care diversitatea influențează performanța echipei și propunem o metrică de evaluare a echipelor diverse.

### 5.1 Metode moderne de predare

Concurența și cooperarea sunt explorate în mai multe dimensiuni, iar înțelegerea relației dintre cele două poate înțelege interconexiunile și distincțiile, iar un studiu asupra acestei relații a atras atenția diferitelor discipline.

Pe măsură ce un student se angajează în rezolvarea unei sarcini, există o necesitate inerentă de a colabora și de a interacționa cu colegii săi. Această împărtășire și acest schimb de idei, navigând printre neînțelegeri pentru a ajunge la un rezultat comun, poate aprofunda asimilarea subiectului și poate spori înțelegerea reciprocă. Un mediu cooperant încurajează implicarea grupului și favorizează dezvoltarea globală, punând accentul pe ascultare, pe schimbul de idei și pe confruntarea abordărilor individuale. Studenții sunt capabili să își prezinte perspectivele și raționamentele. Este important faptul că această implicare îi expune la diverse strategii și procese de gândire și le permite să dobândească o experiență valoroasă în gestionarea provocărilor asociate cu munca în grup.

Așadar, ce presupune competiția? Ea întruchipează două aspecte: competiția împotriva celorlalți și autocompetiția. În viața noastră de zi cu zi, competiția stimulează inovația, în timp ce în rândul elevilor, ea poate fi un catalizator pentru transformarea potențialului în

realizări. Concurența este o componentă semnificativă a existenței noastre, multe progrese tehnologice datorându-se existenței sale.

Pentru a testa individual fiecare abordare și, ulterior, combinarea lor, am examinat feedback-ul și performanța elevilor în diverse activități. Având în vedere importanța pe care o acordăm autoevaluărilor și rapoartelor, am construit un sondaj. Acestea au fost completate de un grup de studenți cu vârste cuprinse între 20 și 24 de ani, care au răspuns la nouă întrebări. Aceste întrebări au fost concepute pentru a descoperi tehnicile de învățare preferate de studenți și scenariile din lumea reală în care aceștia utilizează sau interacționează cu aceste strategii.

Inițial, studenții au fost rugați să indice ce mediu de învățare - cooperativ sau competitiv - consideră că favorizează cel mai mult eficiența învățării. În continuare, li s-a cerut să enumere cel puțin un avantaj și un dezavantaj atât al unui mediu de învățare cooperant, cât și al unui mediu de învățare competitiv. Acest lucru le-a permis să articuleze liber înțelegerea lor cu privire la ceea ce implică și implică aceste două abordări într-un context educațional.

Rezultatele acestui studiu au fost, într-o anumită măsură, în concordanță cu previziunile noastre inițiale. Atunci când li s-a oferit posibilitatea de a alege între cele trei alternative, combinația dintre abordarea competitivă și cea cooperantă a apărut ca fiind cea mai populară, obținând 48,8% din voturi. În contextul învățării prin competiție, majoritatea participanților (aproximativ 80%) au exprimat faptul că ei consideră această abordare ca fiind cea mai stimulativă metodă de învățare, oferind indivizilor cea mai bună oportunitate de exprimare.

Este demn de remarcat faptul că metodele cooperative au fost preferate de participanții la sondaj în detrimentul celor competitive, cu 53,5% față de 46,5%. Aspectul cel mai interesant a apărut atunci când participanților li s-a cerut să își împărtășească opiniile cu privire la fuziunea celor două modele de învățare, permițându-ne astfel să determinăm care abordare a avut mai multă influență în stabilirea metodologiei preferate. În ciuda anumitor provocări, o majoritate substanțială a participanților a apreciat integrarea celor două abordări educaționale. Mai exact, 62,7% dintre ei au subliniat meritele colaborării, 21% au subliniat importanța conducerii și a responsabilității, în timp ce restul au atribuit aspectele pozitive ale acestei îmbinări competențelor sociale pe care le cultivă, inclusiv altruismul, sprijinul reciproc, camaraderia și motivația.

În concluzie, învățarea prin cooperare este o abordare bine cotate și fascinantă, construită pe cinci elemente fundamentale. Cu toate acestea, ea poate reprezenta o provocare semnificativă pentru profesori sau pentru liderii de grup, necesitând un management atent din partea tuturor membrilor implicați în cooperare.

Competiția, în sine, nu este dăunătoare. Mai degrabă, atitudinea cuiva față de competiție modelează rezultatul. Competitivitatea poate consolida motivația în cadrul unui grup, încurajând indivizii să se afirme pentru dezvoltarea grupului și să răspundă pozitiv la o varietate de provocări.

În timp ce fuziunea celor două metode ar putea crește probabilitatea de conflict, reglementarea adecvată a interacțiunii poate da rezultate remarcabile într-un mediu propice. Această combinație poate spori pozițiile competitive într-un cadru de cooperare. Prin temperarea competitivității cu cooperarea, mediul de învățare devine mai divers și oferă oportunități pentru descoperirea talentelor ascunse ale celor care excelează fie în contexte de cooperare, fie în contexte competitive.

## 5.2 Pe partea de management

O idee fără execuție rămâne o idee. Un plan fără execuție rămâne un plan. Făcând ceea ce trebuie și continuând să faci poate decide parcursul unei soluții. Procesul de management asigură că soluția poate fi planificată, monitorizată și condusă pentru a deveni un proiect de succes. Explorăm modul în care sunt luate deciziile în cadrul echipelor și cum influențează experiențele anterioare dinamica și procesul echipei. Pe partea de management, trecem în continuare la explorarea modului în care somnul afectează performanța dezvoltatorilor.

### 5.2.1 Procesul de luare a deciziilor în proiectele software

Această cercetare își propune să disece situațiile în care evenimentele externe și personale influențează mecanismele de luare a deciziilor, cauzând ulterior decizii ineficiente. Pornim cu: Ce aspecte îi conving pe liderii de proiecte software în procesul de luare a deciziilor? Factorii care influențează deducerile și rezultatele probabile ale managerilor de proiecte software merită o atenție deosebită, deoarece starea proiectului (eșecuri, triumfuri sau eșecuri) este în primul rând rezultatul unei serii de judecăți eronate. Scopul principal al acestui studiu este de a determina modul în care aceste categorii de elemente influențează procesul decizional: factorii externi (membrii echipei, părțile interesate) și factorii personali (experiențele anterioare, feedback-ul obținut, gestionarea riscurilor) pentru a îmbunătăți performanța în managementul proiectelor.

Acest studiu își propune să discearnă variabilele care modelează procesul de luare a deciziilor în contextul managementului proiectelor software. Strategia de cercetare utilizată în acest caz valorifică metodologia de sondaj. Toate datele necesare au fost acumulate prin distribuirea de chestionare. Sondajul este conceput pentru a explora două categorii specifice de factori: factorii contextuali și factorii individuali. Pentru factorii contextuali, putem lua în considerare membrii echipei și părțile interesate, iar pentru cea de-a doua categorie managementul riscului, feedback-ul primit și, bineînțeles, experiențele anterioare.

Aceste elemente au fost alese ca variabile de examinare datorită influenței lor predominante asupra modului în care o companie ia decizii. Pentru a evalua modul în care sunt luate deciziile, a fost conceput și difuzat un sondaj. Răspunsurile la acest sondaj urmează să ofere o perspectivă asupra proceselor cognitive ale diverșilor manageri de proiecte software, ancorate în experiențele lor anterioare.

Participanții au fost chestionați cu privire la nivelul lor de experiență în industrie. Datele au indicat că 70% dintre participanți aveau mai puțin de 5 ani de experiență. Participanții

din acest grup aveau o medie de 4,84 ani de experiență în industrie. Abaterea standard este de 3,60.

Aproximativ 55% dintre participanți lucrează în companii cu peste 1000 de angajați, iar alți 25% au declarat că lucrează în companii cu un număr de angajați cuprins între 100 și 1000. Pentru a aprofunda nivelul de experiență al respondenților, am întrebat despre numărul de echipe diferite pe care le-au condus. Aproximativ 53% dintre respondenți au declarat că au gestionat mai mult de 3 echipe, în timp ce doar 12,2% au declarat că au gestionat doar o singură echipă.

Un aspect definitoriu al dezvoltării agile de software este participarea activă a membrilor echipei la luarea deciziilor. Pentru a evalua măsura în care un manager de proiect ține cont de colegii de echipă în această procedură, participanții au fost întrebați: *”Cât de frecvent convocați întreaga echipă pentru luarea deciziilor colective?”*. Mai mult de jumătate dintre respondenți (52,2%) au indicat că fac acest lucru *de cele mai multe ori*, 13,9% au răspuns cu *întotdeauna*, 27% au indicat *din când în când*, iar doar 7% au raportat *rareori*. Aceste răspunsuri sugerează că majoritatea managerilor apreciază foarte mult și iau adesea în considerare contribuția echipei lor în procesul decizional.

Importanța implicării echipei în procesul decizional în cadrul proiectelor software a fost examinată în continuare prin intermediul întrebării: *”În ce măsură opinia echipei influențează de obicei decizia finală? Alegeți răspunsul care vi se potrivește cel mai bine”*. Datele arată că, în mod colectiv, 67% dintre managerii de proiect care au răspuns la chestionar preferă o abordare democratică a procesului decizional, acordând o pondere semnificativă perspectivelor echipei. Din acest grup, 60% s-au angajat într-un proces decizional foarte participativ, care a implicat sesiuni de brainstorming și căutarea activă a diverselor opinii înainte de a finaliza o decizie, în timp ce 7% au înclinat să elaboreze un set de preferințe finale personale și apoi să implice echipa pentru a obține contribuții. Un număr considerabil de participanți, mai exact 32,2%, au indicat că preferă să se consulte cu un membru mai experimentat al echipei înainte de a lua o decizie, majoritatea acestui subset conducând trei sau mai multe echipe în calitatea lor de manageri de proiect.

Sondajul a investigat în continuare rolul feedback-ului în procesul decizional, concentrându-se în special pe modul în care primirea feedback-ului influențează deciziile managerilor de proiect. O majoritate covârșitoare de 96,5% a exprimat că, de obicei, integrează tot feedback-ul primit pentru a-și rafina deciziile viitoare. În schimb, o mică fracțiune de 2,7% a specificat că ia în considerare doar feedback-ul primit de la superiorii lor.

Studiul a urmărit, de asemenea, să descopere frecvența cu care managerii de proiect solicită feedback și luarea în considerare ulterioară a acestuia în procesul decizional. Răspunsurile la această întrebare au fost oarecum împărțite în mod egal între cei care solicită feedback doar atunci când îl consideră necesar, 58,8%, și cei care colectează în mod constant feedback și îl analizează periodic - 40,4%.

Cercetarea a dovedit că feedback-ul obținut de managerii de proiect are cea mai mare influență asupra procesului decizional și este, de asemenea, aspectul care este cel mai des

luat în considerare în acest proces.

După feedback, factorii cu cel mai mare impact sunt clasificați în categoria variabilelor contextuale, și anume, membrii echipei și părțile interesate. Studiul a arătat că managerii de proiect acordă adesea o pondere aproape egală contribuțiilor părților interesate și membrilor echipei atunci când iau decizii.

Pe de altă parte, categoria de factori care are cea mai mică pondere asupra procesului decizional cuprinde experiențele anterioare și gestionarea riscurilor. Deși majoritatea managerilor de proiect consideră că experiențele anterioare sunt utile, aceștia nu le consideră un aspect esențial în procesul decizional. Un număr considerabil de manageri de proiect chiar iau deciziile fără a ține cont de evenimentele trecute. În ceea ce privește administrarea riscurilor, studiul a constatat că majoritatea managerilor de proiect sunt dornici să își asume riscuri, ceea ce sugerează că administrarea riscurilor ca factor nu influențează puternic procesul decizional al acestora.

Cercetarea prezentată nu oferă recomandări cu privire la modul în care pot fi diminuate efectele nocive pe care factorii care influențează deciziile le pot impune asupra rezultatelor. Metodologii precum studiile de caz, teoria fundamentată și studiile de protocol, toate de natură calitativă, sunt adecvate pentru cercetarea strategiilor de reducere a acestor consecințe dăunătoare. Ar fi benefic să se aprofundeze noi perspective asupra acestui subiect, precum și să se adapteze abordările existente la contextele specifice software-ului. Orice modele descoperite prin această explorare ar putea fi evaluate ulterior prin intermediul experimentelor controlate, marcând o direcție necesară și valoroasă pentru studiile viitoare.

### 5.2.2 Bune practici: Impactul somnului asupra dezvoltatorilor

Performanța echipelor se bazează nu numai pe abilitățile echipei, pe capacitatea și pe o muncă de echipă eficientă. Starea de bine a dezvoltatorilor are un impact direct asupra muncii și acest lucru se reflectă în calitatea produsului final. Credem că somnul este mai mult decât o bună practică, este un obicei care îți resetează limitele și îți reface procesele interne. Este meta-obiceiul care te ține departe de lucrurile rele care se întâmplă. Cu acest lucru în minte, am încercat să explorăm modul în care somnul influențează activitatea dezvoltatorilor.

Problema tot mai acută a insomniei și a somnului inadecvat constituie o provocare semnificativă în societatea contemporană. Această problemă prevalentă are ca rezultat faptul că indivizii suferă de oboseală persistentă, niveluri crescute de stres, scăderea performanțelor la locul de muncă și eficacitate redusă în sarcinile zilnice. Cercetarea de față întreprinde o investigație asupra efectului somnului asupra unui grup de 30 de dezvoltatori de software, utilizând o varietate de sarcini de programare și de atenție pentru a stabili parametrii care pot contribui la o înțelegere cuprinzătoare a modului în care somnul influențează această profesie. Constatările coroborează impactul negativ al lipsei de somn asupra productivității programării, indicând, în același timp, diferențe distincte legate de gen.

În ultimul secol, cercetările privind impactul somnului au fost în curs de desfășurare,

aruncând lumină asupra faptului că un somn sănătos este primordial pentru o funcție cognitivă eficientă în timpul stării de veghe, cuprinzând claritatea gândirii, vigilența și atenția. Mai mult, s-a stabilit că somnul este o componentă integrală pentru consolidarea memoriei, permițând ca informațiile nou dobândite să se încorporeze în mod sigur în rețelele noastre neuronale [46][47].

Recomandarea privind durata optimă a somnului pentru adulți este, de obicei, între șapte și nouă ore[48]. Abaterile de la acest interval, fie că sunt mai puține sau mai multe ore, au fost legate de rezultate negative pentru sănătate, cum ar fi creșterea în greutate, obezitatea, diabetul, depresia, hipertensiunea, riscul crescut de accidentare și scăderea performanțelor fizice și cognitive [49].

Grupul de participanți la studiu a cuprins 30 de persoane care lucrează cu normă întreagă sau în poziții de stagiar ca dezvoltatori de software, DevOps sau ingineri de verificare. Distribuția pe sexe a fost echilibrată, cu 15 participanți de sex masculin și 15 de sex feminin. Participanților li s-a cerut să se afle în mediul lor de lucru obișnuit, de preferință un birou de acasă, și să fie singuri în cameră pentru a facilita o concentrare sporită și o atenție sporită asupra sarcinilor în cauză. Testarea s-a desfășurat în primele ore ale dimineții.

Au fost aplicate două teste psihologice pentru a evalua atenția distributivă a participanților. Primul test a solicitat participanților să identifice secvențe numerice ascendente în cadrul unei matrice populate cu diverse forme și numere și apoi să discearnă algoritmul de plasare a numerelor. Cel de-al doilea test, cunoscut sub numele de testul de la Praga, a implicat, de asemenea, evaluarea numerică și a avut ca scop măsurarea atenției distributive a participanților.

Având în vedere că studiul s-a concentrat asupra dezvoltatorilor de software, cel de-al treilea test a inclus sarcini de programare. Participanților li s-au prezentat provocări legate de cod, gândire algoritmică și sarcini de optimizare.

Am investigat modul în care somnul afectează productivitatea dezvoltatorilor. Experimentul a implicat 30 de participanți, un amestec egal de bărbați și femei, cu vârste cuprinse între 20 și 30 de ani. Toți participanții erau profesioniști cu normă întreagă în industria de dezvoltare de software. Am folosit două teste de distribuție a atenției și șase sarcini de programare, cuprinzând algoritmi, depanare, optimizare a codului și codificare, pentru a evalua participanții noștri.

Participanții cu vârste cuprinse între 23 și 25 de ani au menținut cele mai regulate și organizate programe de somn, iar cele mai puțin eficiente programe au fost observate în rândul grupului de vârstă 20-22 de ani. Am constatat, de asemenea, că ordinea testării a influențat rezultatele; cei care au susținut testul de programare înainte de testele de atenție și Praga au obținut scoruri mai mici decât cei care au abordat mai întâi testele de atenție. Acest lucru sugerează valoarea exercițiilor mentale sau a întineririlor înainte de a se lansa în sarcini de codificare pentru a atenua eventualele erori sau probleme.

Deși studiul oferă informații valoroase, domeniul său de aplicare a fost limitat la 30 de participanți români. În cercetările viitoare, ne propunem să extindem dimensiunea eșan-

tionului pentru a include persoane din diferite țări, acoperind un interval de vârstă mai larg, de la 20 la 70 de ani. Limitările studiului nostru actual includ imposibilitatea de a verifica personal metodele de rezolvare a problemelor ale participanților. De asemenea, cercetările viitoare vor lua în considerare variabile suplimentare, cum ar fi starea psihosocială a participanților, modelele și conținutul meselor și nivelurile de activitate fizică. Următorul pas logic ar fi explorarea soluțiilor potențiale pentru dezvoltatorii de software privați de somn.

### 5.3 Pe partea de afaceri

Un produs fără partea de business este un eșec din ziua 0. Dezvoltăm modul în care ideile ajung în startup-uri și în transferuri de tehnologie și cum putem compara aceste două tipuri. De asemenea, explorăm diversitatea ecosistemului românesc de startup-uri de tehnologie.

#### 5.3.1 Startupuri și transferuri tehnice

Scopul acestui studiu este de a ghida în selectarea unei abordări adecvate pentru dezvoltarea ideilor pe baza nevoilor individuale. În timp ce companiile nou înființate pot experimenta procese de dezvoltare dezordonate și lente, beneficiile potențiale pot depăși eforturile dacă startupul are succes. În schimb, programele de transfer tehnologic pot permite o abordare mai concentrată a dezvoltării tehnologice, oferind acces la experți în marketing și management. Studiul va utiliza parametri care reflectă ratele de succes ale întreprinderilor, impactul factorilor externi și gestionarea riscurilor. Rezultatele studiului demonstrează rezultate diferite pentru persoane cu interese și obiective diverse. În general, constatările sugerează că un program de transfer tehnologic poate fi o opțiune mai favorabilă pentru majoritatea persoanelor, datorită riscului relativ mai scăzut.

În ciuda proliferării postărilor pe bloguri, a articolelor de știri și a altor forme de literatură [50][51][52] în care se discută despre apariția și potențialul transferului de tehnologie, există o lipsă de studii care să compare acest model de afaceri cu abordarea mai tradițională de tip startup. Deși aceste două modele pot părea similare la suprafață, o examinare mai atentă relevă o serie de diferențe semnificative care pot avea un impact asupra procesului de dezvoltare a ideilor. Majoritatea studiilor existente subliniază beneficiile transferului de tehnologie în ceea ce privește stimularea inovării tehnologice, dar adesea neglijează perspectivele studenților și dezvoltatorilor care participă la acest proces în ceea ce privește autonomia lor în dezvoltarea și gestionarea riscurilor. Pentru a aborda aceste lacune, am realizat un studiu cuprinzător care examinează toate aspectele menționate mai sus.

Startupurile sunt definite de Mitchel Grant [53] ca fiind companii care se află în stadii inițiale de funcționare. În mod obișnuit, una sau mai multe persoane care au identificat o problemă despre care cred că poate fi rezolvată printr-un nou produs sau serviciu pot decide să își unească eforturile și să înființeze un startup. Aceste companii au adesea cheltuieli semnificative și venituri limitate, necesitând finanțare din diverse surse, cum ar fi capitalul

de risc, granturi [54] sau bootstrapping [55].

Twinkl Global definește transferul de tehnologie ca fiind transferul de date, proiecte, invenții, materiale, software, cunoștințe tehnice sau secrete comerciale între organizații sau scopuri. Acest proces depinde de politicile interne, de procedurile companiei, precum și de cultura și valorile organizației. Compararea startupurilor și a transferurilor de tehnologie relevă faptul că startupurile se confruntă cu o creștere mai lentă din cauza necesității de a construi de la zero cu o finanțare limitată. Cu toate acestea, startupurile oferă o mai mare flexibilitate în dezvoltarea ideilor. Pe de altă parte, transferurile de tehnologie oferă o bază mai solidă în afaceri, marketing sau management, susținută de sprijinul companiei care efectuează transferul și de resurse financiare potențial superioare. Dezvoltarea ideilor în cadrul transferului de tehnologie cuprinde transferurile verticale și orizontale. Primul cuprinde patru etape, progresând de la cercetarea de bază la producție, în timp ce cel de-al doilea presupune transferul unei tehnologii stabilite în cadrul unei organizații către o altă locație[56].

Pentru a examina datele disponibile privind transferul de tehnologie, am utilizat baza de date *spinout.fyi* [57], care a furnizat informații complete privind proiectele de transfer de tehnologie desfășurate de universități sau de alte OTC-uri. Am utilizat date precum profitul total realizat și profitul până la ultima rundă de finanțare pentru a calcula metrica rentabilității investiției, cerința unui loc în consiliul de administrație pentru gestionarea riscurilor și contribuția echipei fondatoare pentru proprietatea intelectuală, împreună cu procentajul deținut de universitate înainte de a se obține orice investiție pentru a analiza influența factorilor externi[57]. Pentru datele privind întreprinderile nou înființate, am utilizat baza de date *LaunchVic*[58], care a furnizat informații despre peste 2 500 de întreprinderi din întreaga lume.

În urma analizei datelor și a comparațiilor, se pot trage mai multe concluzii care vor ajuta persoanele să ia decizii în cunoștință de cauză cu privire la abordarea care se potrivește cel mai bine nevoilor lor.

Pentru investitorii care doresc să sprijine idei noi prin intermediul startupurilor și al transferurilor de tehnologie, datele sugerează că investiția într-un transfer de tehnologie ar fi o opțiune mai sigură, în timp ce un startup poate oferi un potențial de profit mai mare, în special pentru cei care sunt dispuși să își asume un risc mai mare. Cu toate acestea, doar ROI nu garantează succesul afacerii, iar timpul necesar pentru a ajunge la etapa de creștere de tip "seed" ar trebui, de asemenea, luat în considerare. Pe baza acestor factori, transferurile de tehnologie ar putea fi cea mai bună alternativă, deoarece au demonstrat o stabilitate mai bună chiar și în timpul crizelor economice.

Pentru studenții cu puțină experiență în domeniul afacerilor/managementului, care doresc să se concentreze doar pe dezvoltarea tehnică a ideii lor, transferurile de tehnologie pot fi o soluție mai potrivită, deoarece aproximativ 25% dintre TTO-uri solicită un loc în consiliul de administrație al întreprinderii rezultate, ceea ce are ca rezultat un management expert care să ofere cel mai bun mediu de dezvoltare posibil. Cu toate acestea, pentru studenții pasionați de management și afaceri și care doresc să învețe să devină experți în aceste



	Success Rate	Risk Management	External Factor Influence
<b>Startups</b>	52.86% Unicorns	Higher	Complete autonomy IP owned
<b>TTOs</b>	62.77% Unicorns	Lower 24.65% requires a board	IP shared with other companies

Tabela 5.1: Comparație între startupuri și transfer tehnologic

domenii, un Startup poate fi o alegere mai bună. Chiar dacă startupul eșuează, pot fi învățate lecții valoroase care pot fi aplicate la viitoarele întreprinderi.

În cele din urmă, pentru persoanele care doresc să păstreze controlul deplin asupra proprietății lor intelectuale (PI) sau care nu doresc să fie influențate de alții, un Startup poate părea alegerea evidentă. Cu toate acestea, datele sugerează că transferurile de tehnologie nu preiau, de obicei, un procent semnificativ din PI, iar compromisul unei anumite independențe poate oferi sprijin și îndrumare suplimentară atunci când apar decizii dificile sau când se confruntă cu obstacole.

### 5.3.2 Impactul diversității asupra startupurilor de tehnologie

În ultimii ani, România a apărut ca un centru vibrant pentru start-up-uri și inovație tehnologică, datorită rezervei tot mai mari de ingineri calificați, a costurilor de trai accesibile și a politicilor guvernamentale de susținere conform [59]. Această creștere a dus la o creștere bruscă a numărului de startup-uri tehnologice de succes, atrăgând investiții semnificative atât din partea investitorilor interni, cât și a celor internaționali.

În ultimii ani, o varietate de evenimente, acceleratoare și incubatoare au sprijinit fondatorii în dezvoltarea de noi tehnologii prin intermediul startup-urilor [60]. Aceste programe se adresează startup-urilor aflate în diferite stadii, verticale sau compoziții de echipe. StepFWD, un program de preaccelerare, a adoptat o abordare unică, concentrându-se pe sprijinirea startup-urilor conduse de femei. Vizând inițial echipe mixte, StepFWD și-a schimbat accentul în 2022 pentru a promova diversitatea de gen în cadrul ecosistemului național de startup-uri [61]. Această lucrare prezintă o analiză a ecosistemului românesc de startup-uri tehnologice, punând accentul pe diversitate pe baza unui sondaj realizat de StepFWD.

Sondajul a fost completat de 118 fondatori de la 113 startup-uri cu sediul în România. Au existat câteva cazuri în care sondajul a avut mai multe contribuții de la diferiți membri ai aceluiași startup. Pentru ca datele să fie relevante, studiul a evaluat doar echipele cu doi sau mai mulți membri în multe circumstanțe specifice, chiar și atunci când au existat firme cu un singur fondator și un scor de diversitate.

Scopul acestei cercetări a fost de a analiza implicațiile diversității asupra maturității, verticalității, creșterii startup-urilor și de a vedea cum este privită diversitatea în ecosistem. De asemenea, care sunt dimensiunile care contribuie la o echipă mai bine diversificată.

Mai jos, enumerăm principalele contribuții ale acestui capitol.

- Am adăugat o analiză amplă a învățământului modern cu abordarea modelelor cooperative și competitive și a rezultatelor bazate pe combinarea acestora.
- Am dezvoltat o analiză a modului în care managerii iau decizii în echipele lor în cadrul proiectelor software.
- Am furnizat un studiu privind modul în care somnul influențează activitatea dezvoltatorului.
- Am prezentat o analiză comparativă între startup și transferul de tehnologie folosind următorii parametri: Rata de succes, Managementul riscului și Influența factorilor externi.
- Am prezentat un studiu despre cât de diverse sunt startup-urile de tehnologie din ecosistemul local românesc. Folosind această lucrare, am propus o metrică pentru a evalua diversitatea unei echipe.

# Capitolul 6

## Concluzii

Teza de față este o explorare interdisciplinară care cercetează multiple fațete ale interacțiunii om-calculator (HCI). Ea se află la intersecția dintre învățarea/lucrul în colaborare asistată de calculator (CSCL/CSLW), prelucrarea imaginilor și ingineria didactică.

Această teză abordează cerințele educaționale contemporane prin prisma integrării tehnologice în mediile de învățare și de lucru. Ea nu numai că susține implicarea studenților în inițiativele de cercetare pentru a promova dezvoltarea abilităților hard și soft, dar examinează și implicarea echipei pe parcursul procesului de dezvoltare. Teza oferă o viziune holistică a acestor elemente care se intersectează, creând un peisaj cuprinzător al sinergiilor lor.

### 6.1 Lista publicațiilor

#### 6.1.1 Jurnale

1. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Nicolae Tarbă, ”*Harnessing Neural Networks for enhancing Image Binarization through threshold combination*”, BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience, 14(2), 59-75, 2023
2. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Cristian Avatavului, Costin-Anton Boiangiu, ”*An extensive review of metrics for evaluating image binarization*”, Journal of Information Systems & Operations Management Vol 17 No. 1, 2023, ISSN: 1843-4711, pp: 200-222
3. Marcel Prodan, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Costin-Anton Boiangiu, ”*Comprehensive evaluation of metrics for image resemblance*”, Journal of Information Systems & Operations Management Vol 17 No. 1, 2023, ISSN: 1843-4711, pp: 161-185
4. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Alin Drăguț, Gabriel Sandu, Nicolae Tarbă, Mihai-Lucian Voncilă, Costin-Anton Boiangiu, Nicolae Goga, ”*ARchitect: Extracting Building Related Informations and Changing Architectural Style in AR*”, UPB Scientific Bulletin, Series C: Electrical Engineering and Computer Science, Series C, Vol. 85, Iss. 3, 2023, ISSN 2286-354
5. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Tiberiu-Mihai Iordache, Alin-Călin Duțu, Alexandru Cîrlomăneanu, Mihail Ungureanu, Costin-Anton Boiangiu, Răzvan Deaconescu, ”*Startups vs Tech Transfers: A Fair Comparison*”, UPB Scientific Bulletin, Se-

- ries C: Electrical Engineering and Computer Science (Acceptat spre publicare Vol. 85, Iss. 4, 2023)
6. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Silvia Bălan, Costin-Anton Boianțiu, "A radiography of the Romanian tech startup ecosystem on diversity", MDPI Economics (in review)
  7. Georgiana-Teodora Neacșu, Olivia Maria-Magdalena Oprea, Cătălina-Andreea Trășnea, Costin-Anton Boianțiu, **Giorgiana Vlăsceanu**, Mihai-Lucian Voncilă, "Decision-making process in software project management", Journal of Information Systems & Operations Management Vol 16 No. 1, 2022, ISSN: 1843-4711, pp: 30-44
  8. Denis Belii, Andrei Ungureanu, Sanda Șerban, **Giorgiana Vlăsceanu**, Costin-Anton Boianțiu, "Mixing cooperative and competitive approaches as a way to achieve academic performance", Journal of Information Systems & Operations Management Vol 15 No. 1, 2021, ISSN: 1843-4711, pp. 23-41
  9. Alexandru ILINU, Cristian AVATAVULUI, **Giorgiana Violeta VLĂSCEANU**, Costin-Anton BOIANȚIU, "Voting-based motion estimation", The Journal of Information Systems & Operations Management, Vol.14 No.1 - 2020, ISSN: 1843-4711, pp. 82-92
  10. Alin-Florin Mihăilă, Patricia-Steliana Penariu, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Marcel Prodan, "On image segmentation using a combination of Felzenszwalb, SLIC and Watershed methods", The Journal of Information Systems & Operations Management, Vol.14 No.1 - 2020, ISSN: 1843-4711, pp. 121-129
  11. Mihai Nicolae, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Costin-Anton Boianțiu, "Adaptive image denoising solution", The Journal of Information Systems & Operations Management, Vol.14 No.2 - 2020, ISSN: 1843-4711
  12. Cristian-Daniel Pobleanu, Andrei Dumitrescu, Ștefania Cristea, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, "Improving the image binarization process by using a weighted-voting scheme", The Journal of Information Systems & Operations Management, Vol.14 No.2 - 2020, ISSN: 1843-4711
  13. Remus Petrescu, Sergiu Manolache, Costin-Anton Boianțiu, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Cristian Avatavului, Marcel Prodan, Ion Bucur, "Combining Tesseract and Asprise results to improve OCR text detection accuracy", The Journal of Information Systems & Operations Management, Vol.13 No.1 - 2019, ISSN 1843-4711, pp. 57-64
  14. Costin-Anton Boianțiu, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Alexandru Marian Atanasiu; Petrisor Alin Damian, Cristian Panaitescu, "A voting approach for image binarization of text-based documents", UPB Scientific Bulletin, Series C: Electrical Engineering and Computer Science, Vol. 81, Iss. 3, 2019, ISSN 2286-3540, pp. 53-64

### 6.1.2 Conferințe

1. Alina Calmîș, Andrei Ciprian Hermaliuc, Andra-Gabriela Vasilache, Costin-Anton Boiangiu, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Cătălin Tudose, “*Estimation Of The Effects Of Sleep On The Software Development Process*”, 18th eLearning and Software for Education Conference - eLSE, 2022
2. Irina Cotici, Dan Glodeanu, Corneliu Calancea, Costin-Anton Boiangiu, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Iulia Stănică, “*Collaborative Work In Online Environment: Approaches And Impact*”, 18th eLearning and Software for Education Conference - eLSE, 2022
3. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Caraman Ghenadie, Răzvan Nițu, Costin-Anton Boiangiu, “*A voting method for image binarization of text-based documents*”, 21st RoEduNet Conference Networking in Education and Research (RoEduNet), 2022, doi: 10.1109/RoEduNet57163.2022.9921086.
4. Andrei Lăpușteanu, Costin-Anton Boiangiu, Nicolae Tarbă, Mihai-Lucian Voncilă, Constantin Eduard Stăniloiu, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, “*Improving Upon Photographic Steganography*”, 20th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet), 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/RoEduNet54112.2021.9638284
5. Maria Anca Băluțoiu, Dragos Sturzu, Costin-Anton Boiangiu, Mihai-Lucian Voncilă, Nicolae Tarbă, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, “*On How To Combine Image Segmentation Algorithms Using Entropy*”, 2021 20th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet), 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/RoEduNet54112.2021.9638272
6. Iulia-Cristina Stănica, Costin-Anton Boiangiu, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Marcel Prodan, Cristian Avatavului, Răzvan-Adrian Deaconescu, Codrin Tăut, “*A Survey on History, Present and Perspectives of Document Image Analysis Systems*”, in New technologies and redesigning learning spaces Book of abstracts, 15th eLearning and Software for Education Conference, Bucharest, 2019, ISSN 2360-2198, doi: 10.12753/2066-026X-19-025
7. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Costin-Anton Boiangiu, Răzvan-Adrian Deaconescu, Marcel Prodan, Cristian Avatavului, Răzvan Rughiniș, Irina Mocanu, “*Designing a Document Image Analysis System on 3 Axis: Education, Research and Performance*”, 15th eLearning and Software for Education Conference, Bucharest, 2019, ISSN 2360-2198, doi: 10.12753/2066-026X-19-027
8. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, Răzvan-Mirel Paraschiv, Cristina Artene, Costin-Anton Boiangiu, “*Voting-based edge detection*”, 18th RoEduNet Conference: Networking in Education and Research (RoEduNet), Galați, Romania, ISSN 2247-5443 doi: 10.1109/ROEDUNET.2019.8909664

### 6.1.3 Brevete

1. Costin-Anton Boianiu, **Giorgiana Violeta Vlăsceanu** și Constantin Eduard Stăniloiu, "*Metodă de identificare a componentelor conectate din imagini binare*". Înregistrat la OSIM A/00599, 30.09.2021. Acceptat în Martie 2023.

### 6.1.4 Postere

1. **Giorgiana Violeta Vlăsceanu**, "*A voting approach for image binarization of text-based documents*", in Semicentennial Anniversary of the Department of Computers, University Politehnica of Bucharest, 2018

# Bibliografie

- [1] A. Almeida, R. Lins, and G. Silva, “Thanatos: Automatically retrieving information from death certificates in brazil,” *ACM International Conference Proceeding Series*, 09 2011.
- [2] J. He and A. Downton, “User-assisted archive document image analysis for digital library construction,” in *Seventh International Conference on Document Analysis and Recognition, 2003. Proceedings.*, 2003, pp. 498–502 vol.1.
- [3] X. Lu, S. Kataria, W. J. Brouwer, J. Z. Wang, P. Mitra, and C. L. Giles, “Automated analysis of images in documents for intelligent document search,” *International Journal on Document Analysis and Recognition (IJ DAR)*, vol. 12, no. 2, pp. 65–81, Apr. 2009. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10032-009-0081-0>
- [4] L. Likforman-Sulem, P. Vaillant, and A. de Bodard de la Jacopi re, “Automatic name extraction from degraded document images,” *Pattern Analysis and Applications*, vol. 9, no. 2-3, pp. 211–227, Aug. 2006. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10044-006-0038-6>
- [5] R. [Holley, “How good can it get? analyzing and improving ocr accuracy in large scale historic newspaper digitization programs,” 2009.
- [6] O. Ramos-Terrades, A. H. Toselli, N. Serrano, V. Romero, E. Vidal, and A. Juan, “Interactive layout analysis and transcription systems for historic handwritten documents,” in *Proceedings of the 10th ACM symposium on Document engineering*. ACM, Sep. 2010. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1860559.1860607>
- [7] A. Tigora, “An overview of document image analysis systems,” *Journal of Information Systems & Operations Management*, vol. 7, no. 1, pp. 378–390, 2013.
- [8] L. R. bibliotecilor  i a patrimoniului cultural prin tehnologii avansate, <https://www.ici.ro/pn3-lib2life/>, accessed: 2018-11-21.
- [9] M. Sezgin and B. Sankur, “Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation,” *Journal of Electronic Imaging*, vol. 13, no. 1, pp. 146 – 165, 2004.
- [10] J. Kapur, P. Sahoo, and A. Wong, “A new method for gray-level picture thresholding using the entropy of the histogram,” *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, vol. 29, no. 3, pp. 273–285, Mar. 1985. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1016/0734-189x\(85\)90125-2](https://doi.org/10.1016/0734-189x(85)90125-2)
- [11] N. Otsu, “A threshold selection method from gray-level histograms,” *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, vol. 9, no. 1, pp. 62–66, Jan. 1979.

- [12] W. Niblack, *An introduction to digital image processing*. Prentice-Hall, Inc, 1986.
- [13] C. Tensmeyer and T. Martinez, "Document image binarization with fully convolutional neural networks," in *2017 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR)*. IEEE, Nov. 2017.
- [14] K. Ntirogiannis, B. Gatos, and I. Pratikakis, "Performance evaluation methodology for historical document image binarization," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 22, no. 2, pp. 595–609, Feb. 2013.
- [15] Ntirogiannis, Konstantinos, Gatos, Basilis, and Pratikakis, Ioannis, "A combined approach for the binarization of handwritten document images," *Pattern recognition letters*, vol. 35, pp. 3–15, 2014.
- [16] M. Cheriet, J. N. Said, and C. Y. Suen, "A recursive thresholding technique for image segmentation," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 7, no. 6, pp. 918–921, Jun. 1998.
- [17] N. R. Howe, "Document binarization with automatic parameter tuning," *Int. J. Doc. Anal. Recognit.*, vol. 16, no. 3, pp. 247–258, Sep. 2013.
- [18] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, "U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation," in *Lecture Notes in Computer Science*. Springer International Publishing, 2015, pp. 234–241. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24574-4_28)
- [19] C. Rother, V. Kolmogorov, and A. Blake, "'grabcut': Interactive foreground extraction using iterated graph cuts," *ACM Trans. Graph.*, vol. 23, no. 3, p. 309–314, aug 2004. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1015706.1015720>
- [20] F. Xia, J. Liu, H. Nie, Y. Fu, L. Wan, and X. Kong, "Random walks: A review of algorithms and applications," *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence*, vol. 4, no. 2, pp. 95–107, Apr. 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/tetci.2019.2952908>
- [21] K. He, G. Gkioxari, P. Dollár, and R. Girshick, "Mask r-cnn," 2017. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1703.06870>
- [22] L. He, X. Zhao, Y. Chao, and K. Suzuki, "Configuration-transition-based connected-component labeling," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 23, no. 2, pp. 943–951, 2014.
- [23] L. Cabaret, L. Lacassagne, and D. Etiemble, "Parallel light speed labeling: an efficient connected component algorithm for labeling and analysis on multi-core processors," *Journal of Real-Time Image Processing*, vol. 15, no. 1, pp. 173–196, Mar. 2016. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s11554-016-0574-2>
- [24] C.-A. Boiangiu and R. Ioanitescu, "Voting-Based image segmentation," *The Proceedings of JISOM*, vol. 7, no. 2, pp. 211–220, 2013.



- [25] B. Parhami, "Voting algorithms," *IEEE Transactions on Reliability*, vol. 43, no. 4, pp. 617–629, 1994.
- [26] A. A. Gooch, S. C. Olsen, J. Tumblin, and B. Gooch, "Color2gray," *ACM Transactions on Graphics*, vol. 24, no. 3, pp. 634–639, Jul. 2005. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1073204.1073241>
- [27] J. Kittler and J. Illingworth, "On threshold selection using clustering criteria," *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, no. 5, pp. 652–655, 1985.
- [28] W. Niblack, *An introduction to digital image processing*. Strandberg Publishing Company, 1985.
- [29] J. Sauvola and M. Pietikäinen, "Adaptive document image binarization," *Pattern Recognit.*, vol. 33, no. 2, pp. 225–236, Feb. 2000.
- [30] "Document image binarization competition dataset," <https://dib.cin.ufpe.br/#!/resources/dibco>, accessed: 2023-05-19.
- [31] "Noisyoffice dataset," <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/NoisyOffice>, accessed: 2023-05-19.
- [32] "Printed historical indian books dataset (phibd 2012)," [http://www.iapr-tc11.org/mediawiki/index.php/Binarization\\_of\\_PHIBD\\_2012\\_dataset](http://www.iapr-tc11.org/mediawiki/index.php/Binarization_of_PHIBD_2012_dataset), accessed: 2023-05-19.
- [33] B. Su, S. Lu, and C. L. Tan, "Robust document image binarization technique for degraded document images," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 22, no. 4, pp. 1408–1417, Apr. 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/tip.2012.2231089>
- [34] B. B. Nair and N. S. Rani, "HMPLMD: Handwritten malayalam palm leaf manuscript dataset," *Data in Brief*, vol. 47, p. 108960, Apr. 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.108960>
- [35] A. L. Fred, "Finding consistent clusters in data partitions," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2096, pp. 309–318, 2001.
- [36] D. Martin, C. Fowlkes, D. Tal, and J. Malik, "A database of human segmented natural images and its application to evaluating segmentation algorithms and measuring ecological statistics," *Proc. 8th Int'l Conf. Computer Vision*, vol. 2, pp. 416–423, 2001.
- [37] D. Marr and E. Hildreth, "Theory of edge detection," *Proc. R. Soc. Lond.*, vol. 207, no. 1167, pp. 187–217, Feb. 1980.
- [38] M. Benjelloun, S. Mahmoudi, and M. Amine, "Template matching approaches applied to vertebra detection," in *Advances in Image Segmentation*. InTech, Oct. 2012. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5772/50476>
- [39] R. S. Boyer and J. S. Moore, "Mjrty - a fast majority vote algorithm," <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a131702.pdf>, automated Reasoning: Essays

- in Honor of Woody Bledsoe, Automated Reasoning Series, Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 105–117, accessed: 2018-11-3.
- [40] F. John, I. Banzhaf, and O. Man, “312 votes: A mathematical analysis of the electoral college,” *Villanova Law Review*, vol. 3, no. 2, pp. 304–346, 1968.
- [41] P. Zhao, Q. Miao, J. Song, Y. Qi, R. Liu, and D. Ge, “Architectural style classification based on feature extraction module,” *IEEE Access*, vol. 6, pp. 52 598–52 606, 2018.
- [42] M. Tan and Q. V. Le, “Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks,” *International Conference on Machine Learning, 2019*, 2019. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1905.11946>
- [43] Z. Xu, D. Tao, Y. Zhang, J. Wu, and A. C. Tsoi, “Architectural style classification using multinomial latent logistic regression,” in *Computer Vision – ECCV 2014*, D. Fleet, T. Pajdla, B. Schiele, and T. Tuytelaars, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2014, pp. 600–615.
- [44] M.-M. Cheng, Z. Zhang, W.-Y. Lin, and P. Torr, “Bing: Binarized normed gradients for objectness estimation at 300fps,” in *2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2014, pp. 3286–3293.
- [45] Z. Xu, “Architectural styles,” <https://www.kaggle.com/dumitru/architectural-styles-dataset>, Accessed: 2022-05-14.
- [46] J. Pilcher and A. Huffcutt, “Pilcher jj, huffcutt ai. effects of sleep deprivation on performance: a meta-analysis. sleep 19: 318-326,” *Sleep*, vol. 19, pp. 318–26, 06 1996.
- [47] S. L. Worley, “The extraordinary importance of sleep: The detrimental effects of inadequate sleep on health and public safety drive an explosion of sleep research,” *P T*, vol. 43, no. 12, pp. 758–763, Dec. 2018.
- [48] D. F. Dinges, “An overview of sleepiness and accidents,” *J. Sleep Res.*, vol. 4, no. S2, pp. 4–14, Dec. 1995.
- [49] N. F. Watson, M. S. Badr, G. Belenky, D. L. Bliwise, O. M. Buxton, D. Buysse, D. F. Dinges, J. Gangwisch, M. A. Grandner, C. Kushida, R. K. Malhotra, J. L. Martin, S. R. Patel, S. F. Quan, and E. Tasali, “Recommended amount of sleep for a healthy adult: A joint consensus statement of the american academy of sleep medicine and sleep research society,” *Sleep*, vol. 38, no. 6, pp. 843–844, Jun. 2015.
- [50] B. Huggett, “Reinventing tech transfer,” *Nat. Biotechnol.*, pp. 1–2, Dec. 2014.
- [51] A. T. Dipanjan Nag, Antara Gupta, “The evolution of university technology transfer: By the numbers,” <https://ipwatchdog.com/2020/04/07/evolution-university-technology-transfer/id=120451>, Apr. 2020, accessed: 2023-1-10.

- [52] P. Cox, “Feature | facing the future,” [https://www.marshallip.com/content/uploads/2018/03/IAM\\_the\\_-future-of-tech-transfer\\_2018.pdf](https://www.marshallip.com/content/uploads/2018/03/IAM_the_-future-of-tech-transfer_2018.pdf), accessed: 2023-1-9.
- [53] M. Grant, “What a startup is and what’s involved in getting one off the ground,” <https://www.investopedia.com/terms/s/startup.asp>, May 2007, accessed: 2023-1-10.
- [54] J. Chen, “What is a grant? definition, examples, and how grant options work,” <https://www.investopedia.com/terms/g/grant.asp>, May 2009, accessed: 2023-1-10.
- [55] W. Kenton, “What is bootstrapping? what it means and how it’s used in investing,” <https://www.investopedia.com/terms/b/bootstrapping.asp>, Nov. 2003, accessed: 2023-1-10.
- [56] K. Ramanathan, “An overview of technology transfer and technology transfer models,” [https://tto.boun.edu.tr/files/1383812118\\_An%20overview%20of%20TT%20and%20TT%20Models.pdf](https://tto.boun.edu.tr/files/1383812118_An%20overview%20of%20TT%20and%20TT%20Models.pdf), accessed: 2023-1-10.
- [57] “The spinout.fyi database,” <https://www.spinout.fyi/data>, accessed: 2023-1-10.
- [58] “Launchvic, startups & scaleups,” [https://findingstartups.launchvic.org/companies.startups/f/all\\_slug\\_locations/anyof\\_~victoria\\_1~/data\\_type/anyof\\_Verified/launch\\_year\\_min/anyof\\_2000](https://findingstartups.launchvic.org/companies.startups/f/all_slug_locations/anyof_~victoria_1~/data_type/anyof_Verified/launch_year_min/anyof_2000), accessed: 2023-1-10.
- [59] S. Genome, “Global startup ecosystem report 2020,” <https://startupgenome.com/report/gser2020>, 2020.
- [60] E. I. Bank, “Eib investment survey 2022 - romania overview,” <https://www.eib.org/en/publications/20220266-econ-eibis-2022-romania>, 2022.
- [61] StepFWD, “Stepfwd pre-accelerator: A focus on diversity in the romanian startup ecosystem,” <https://www.stepfwd.today>, 2022.