

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Calculatoare, Informatică și Microelectronică**  
**Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor**

**Admis la susținere**  
**Șef departament:**  
**Sudacevschi Viorica, conf. univ., dr.**

---

”\_\_” \_\_\_\_\_ 2021

# **Automatizarea procesului tehnologic de segmentare a imaginilor în cadrul digitizării patrimoniului cultural al Republicii Moldova**

**Teză de master**

**Student:** **Covali Pavel,**  
**gr. MAI-191**

**Conducător:** **Stadler Lucia,**  
**conf. univ., dr.**

**Chișinău, 2021**

## ADNOTARE

**la teza de master cu tema „Automatizarea procesului tehnologic de segmentare a imaginilor în cadrul digitizării patrimoniului cultural al Republicii Moldova”**

**a studentului gr. MAI-191M, Covali Pavel**

Imaginea reprezintă o modalitate de a transmite informații. Înțelegerea imaginii și extragerea informațiilor din imagine constituie un capitol aparte, de o importanță deosebită în tehnologia de imagistică digitală și primul pas în înțelegerea unei imagini este segmentarea imaginii – unul din principalele instrumente în procesarea imaginilor și vizualizarea computerizată, fundamentul procesului de analiză, înțelegere și recunoaștere a imaginilor.

*Scopul* prezentei teze de master cu tema „Automatizarea procesului tehnologic de segmentare a imaginilor în cadrul digitizării patrimoniului cultural al Republicii Moldova”, autor Covali Pavel, constă în modernizarea prin automatizare a tehnologiei de segmentare a imaginilor în cadrul digitizării patrimoniului cultural al Republicii Moldova. Scopul enunțat a fost atins prin proiectarea și elaborarea unei platforme speciale, ca și parte integrantă a proiectului de salvare a patrimoniului prin digitizare.

*Obiectivele* cercetării sunt: studierea arsenalului de Tehnologii Informaționale (TI) și softuri existente specifice domeniului de cercetare la momentul actual și selectarea celor necesare pentru elaborarea obiectului tezei, crearea unei platforme în scopul optimizării prin automatizare a funcției de segmentare a imaginii în cadrul procesului de digitizare și asigurarea acestuia printr-un înalt nivel de algoritmi, astfel elaborând o bază solidă cu date de intrare (imagini, documente) pentru învățarea supravegheată a viitorilor specialiști în domeniul digitizării și reprezentarea acestor procese prin implementarea unei interfețe de utilizator user-friendly (interfață ușor de utilizat) în scopul de a facilita interacțiunea dintre conținut și persoană prin direcționarea informației supravegheate spre algoritmi. *Obiectivul principal* este: proiectarea și elaborarea unei platforme de automatizare a segmentării imaginii în cadrul procesului tehnologic de digitizare a imaginilor prin intermediul utilizării serviciilor WEB.

Pentru realizarea platformei au fost utilizate următoarele TI moderne: ASP.NET WEB API, C#, ADO.NET, SSMS (T-SQL), MongoDB (NoSQL), React, Redux.

Lucrarea, în volum de 63 de pagini, conține 23 figuri, 6 formule și este constituită din Introducere, 3 capitole, Concluzii și Bibliografia, care include 25 surse bibliografice.

*Cuvinte-cheie:* imagine, digitizare, segmentare, patrimoniu, platformă, interfață.

## ANNOTATION

**to the master thesis on topic „Automation of the technological process of image segmentation as part of the digitization of the cultural heritage of the Republic of Moldova”**

**gr. MAI-191M, Covali Pavel**

Image is a way of conveying information. Understanding the image and extracting information from it is a separate chapter of particular importance in digital imaging technology and the first step in understanding an image is image segmentation - one of the main tools in image processing and computer visualisation, the foundation of the analysing process, understanding image extraction and recognition.

*Aim* of this master's thesis „Automation of the technological process of image segmentation as part of the digitization of the cultural heritage of the Republic of Moldova”, author Covali Pavel, is to modernize the technology of image segmentation, by means of automation, as part of digitization of the cultural heritage of the Republic of Moldova. The stated goal was achieved through the design and development of a special platform as an integral part of the project of saving heritage through digitization.

The research *objectives* are: to study the existing arsenal of Information Technologies (IT) and software specific to the research field and to select those necessary for the elaboration of the thesis's subject, to create a platform in order to optimize, by means of automation, image segmentation functions in the digitization process and to ensure it through high level algorithms, thus elaborating a solid base of input data (images, documents) for supervised learning of future digitization specialists and representing these processes by implementing a user-friendly interface in order to facilitate the interaction between content and users while directing supervised information to algorithms. *The main objective* is to design and develop a platform for automating image segmentation in the technological process of image digitization using WEB services.

The following modern IT were used for the realization of the platform: ASP.NET WEB API, C#, ADO.NET, SSMS (T-SQL), MongoDB (NoSQL), React, Redux.

The 63-page paper contains 23 figures, 6 formulas and consists of Introduction, 3 chapters, Conclusions and Bibliography, which includes 25 bibliographic sources.

**Keywords:** image, digitization, segmentation, heritage, platform, interface.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE .....</b>	<b>8</b>
<b>1 DIGITIZAREA. ANALIZA ȘI CERCETAREA DOMENIULUI.....</b>	<b>11</b>
1.1 Ce este digitizarea?.....	12
1.2 Ce este segmentarea? .....	14
1.3 Segmentarea imaginilor pe regiuni .....	16
1.4 Segmentarea imaginilor prin detectarea marginilor .....	18
1.5 Segmentarea bazată pe clustering.....	22
1.6 Segmentarea bazată pe învățarea-supravegheată.....	24
1.7 CONCLUZII .....	26
<b>2 TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE UTILIZATE .....</b>	<b>27</b>
2.1 Elaborarea platformei Web .....	27
2.2 Elaborarea bazei de date .....	31
2.3 Elaborarea interfeței utilizator .....	35
2.4 CONCLUZII .....	39
<b>3 MODERNIZAREA TEHNOLOGICĂ A PROCESULUI DE DIGITIZARE (WWW.MDIGIT.MD)</b>	<b>40</b>
3.1 Arhitectura platformei.....	40
3.2 Documentația .....	50
3.3 Pagina de autentificare .....	50
3.4 Pagina principală .....	52
3.5 Pagina de încărcare imagini .....	53
3.6 Pagina de vizualizare imagini .....	54
3.7 Pagina de vizualizare imagine .....	56
<b>CONCLUZII .....</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>61</b>

## INTRODUCERE

Creșterea spectaculoasă a volumului informației "digitale" în Republica Moldova, disponibilă în prezent prin intermediul produselor generate de tehnologiile informaționale moderne, constituie un subiect extrem de important prin actualitatea sa în toate domeniile activității umane.

***Domeniul și obiectul de cercetare.*** Actualmente digitizarea este o soluție pentru conservarea și valorificarea patrimoniului cultural național, materialul cultural digitizat fiind o resursă importantă pentru industriile culturale și creative prin impulsivarea economiei și crearea de locuri de muncă, prin promovarea pieței digitale, prin oferirea de produse și servicii online noi și inovatoare.

***Actualitatea temei.*** Digitizarea materialului cultural în era digitală, permite accesul tuturor la cultură și cunoaștere, promovând, concomitent, bogăția și diversitatea patrimoniului cultural național și universal.

De menționat, că actualmente în Republica Moldova există Biblioteca Națională Digitală Moldavică, care oferă acces la circa 6600 obiecte digitale și 790 000 de pagini digitalizate din moștenirea culturală scrisă, inclusiv cărți, manuscrise, tipărituri vechi și rare, alte documente patrimoniale.

Digitizarea este o prioritate la nivel european, Comisia Europeană adoptând în acest sens o recomandare privind digitizarea și accesibilitatea online a materialului cultural și conservarea digitală.

Respectarea dreptului de autor în contextul digitizării patrimoniului cultural și dezvoltării bibliotecilor digitale în Uniunea Europeană și Republica Moldova au fost subiectele principale ale unui seminar național, care a reunit pe 9 octombrie a.c., la Chișinău, bibliotecari din toată țara. Evenimentul a fost organizat de AGEPI împreună cu Proiectul UE *"Suport pentru asigurarea respectării drepturilor de proprietate intelectuală"* în Republica Moldova.

După Liderul de echipă al Proiectului UE, Maximilian Foedinger, prezent la eveniment: *"Patrimoniul cultural reînvie prin intermediul tehnologiilor digitale și a Internetului. Oamenii au deja oportunități fără precedent de a accesa diverse materialele culturale, în timp ce instituțiile pot ajunge la o audiență largă prin valorificarea acestora. Prin intermediul platformei digitale din UE pentru patrimoniul cultural – "Europeana", oricine are acces la peste 53 de milioane de articole, inclusiv imagini, text, sunet, video și materiale 3D din colecțiile a peste 3.700 de biblioteci, arhive, muzee, galerii și colecții audiovizuale din Europa. Platforma poate fi utilizată de profesori, artiști, profesioniști în instituții culturale și de creație, dar și de toți cei care caută informații despre cultură"* [8].

În contextul activităților descrise, care fac parte din procesul de reînviere a patrimoniului cultural național, care a demarat și în Republica Moldova, în speranța de a salva această pierlă a țării numită “patrimoniu cultural național” al Republicii Moldova, prin păstrarea într-un format digital, care este impermeabil eroziunii timpului, din necesitatea dezvoltării unor noi tehnologii capabile de a realiza astfel de operațiuni, precum și din dorința de a aduce un mic aport personal la acest proces nobil, în urma multiplelor formulări ale temei pentru teza de master, s-a ajuns la următoarea formulă: **“Automatizarea procesului tehnologic de segmentare a imaginilor în cadrul digitizării patrimoniului cultural al Republicii Moldova”**.

**Scopul lucrării.** În rezultatul analizei minuțioase a acestei situații, s-a ajuns la ideia, în baza căreia s-a conturat o problemă, soluționarea căreia este deosebit de *importantă, necesară, oportună*, dar și *actuală* prin esența sa, care și constituie **scopul** prezentei teze de master. Astfel, **scopul tezei** constă în contribuția modestă la procesul de digitizare, de asigurare a accesibilității online și de conservare digitală a materialului cultural, întru salvarea patrimoniului cultural național al Republicii Moldova, prin intermediul elaborării unei platforme cu caracter specific domeniului digitizării, dar și educațional specializat, cu o bază solidă pentru învățarea supravegheată a viitorilor specialiști în domeniul recunoașterii și prelucrării textului din imagine, potențiali participanți la dezvoltarea în timp a platformei elaborate.

**Obiectivele cercetării.** În baza studierii profunde a domeniului de cercetare, și întru atingerea scopului înaintat, prezenta cercetare a fost axată pe soluționarea următoarelor probleme în calitate de **obiective** ale cercetării:

- Studierea surselor bibliografice și crearea listei prin selectarea celor necesare conform temei și domeniului de cercetare;
- Studierea arsenalului de Tehnologii Informaționale (TI) existente specifice domeniului de cercetare la momentul actual;
- Studierea arsenalului de Soft-uri existente, și selectarea celor necesare pentru elaborarea obiectului tezei;
- Identificarea necesităților și oportunităților pentru proiectarea și crearea unei platforme în scopul optimizării prin automatizare a funcției de segmentare a imaginii în cadrul procesului de digitizare;
- Elaborarea unei baze solide cu date de intrare (imagini, documente) pentru învățarea supravegheată a viitorilor specialiști în domeniul digitizării;
- Asigurarea unui nivel înalt al algoritmilor prin implementarea opțiunii dedicate utilizatorilor pentru evaluarea și prelucrarea din imaginilor;

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Forghani, M.; Forouzanfar, M.; Teshnehlab, M. (2010). "Parameter optimization of improved fuzzy c-means clustering algorithm for brain MR image segmentation". *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 23 (2): 160–168. doi:10.1016/j.engappai.2009.10.002.
- [2] Ohlander, Ron; Price, Keith; Reddy, D. Raj (1978). "Picture Segmentation Using a Recursive Region Splitting Method". *Computer Graphics and Image Processing*. 8 (3): 313–333. doi:10.1016/0146-664X(78)90060-6.
- [3] Barghout, Lauren. Visual Taxometric Approach to Image Segmentation using Fuzzy-Spatial Taxon Cut Yields Contextually Relevant Regions. IPMU 2014, Part II. A. Laurent et al (Eds.) CCIS 443, pp 163–173. Springer International Publishing Switzerland
- [4] R. Kimmel, [https://www.cs.technion.ac.il/~ron/PAPERS/laplacian\\_ijcv2003.pdf](https://www.cs.technion.ac.il/~ron/PAPERS/laplacian_ijcv2003.pdf), chapter in *Geometric Level Set Methods in Imaging, Vision and Graphics*, (S. Osher, N. Paragios, Eds.), Springer Verlag, 2003. ISBN 0387954880
- [5] Elsevier B.V. or its licensors or contributors. ScienceDirect ® is a registered trademark of Elsevier B.V. [Laplacian Operator - an overview | ScienceDirect Topics](#)
- [6] Z. Wu and R. Leahy (1993): "An optimal graph theoretic approach to data clustering: Theory and its application to image segmentation"[permanent dead link], *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, pp. 1101–1113, Vol. 15, No. 11
- [7] R. Kimmel and A.M. Bruckstein.  
[https://www.cs.technion.ac.il/~ron/PAPERS/Paragios\\_chapter2003.pdf](https://www.cs.technion.ac.il/~ron/PAPERS/Paragios_chapter2003.pdf), *International Journal of Computer Vision* 2003; 53(3):225–243.
- [8] <http://agepi.gov.md/ro/content/digitizarea-%E2%80%93-o-solu%C8%9Bie-pentru-conservarea-%C8%99i-valorificarea-patrimoniului-cultural-na%C8%9Bional>
- [9] "An Introduction to New Features in C# 5.0". MSDN Blogs. Microsoft. Retrieved June 11, 2014.
- [10] Chapel spec (Acknowledgments)" (PDF). Cray Inc. October 1, 2015. Retrieved January 14, 2016.

- [11] "An Online Platform for Web APIs and Service Mashups". IEEE Internet Computing. 12 (5). Sep–Oct 2008. doi:10.1109/MIC.2008.92
- [12] "Visual Studio 2017 15.3 Release Notes". docs.microsoft.com
- [13] APIs.io - the API search engine". apis.io. Retrieved 2016-03-14. So make it clearly understandable & share your knowledge.
- [14] "SQL Server 2008 R2 Express Database Size Limit Increased to 10GB". Retrieved 2010-04-23.
- [15] Structured Query Language (SQL)". International Business Machines. October 27, 2006. Retrieved 2007-06-10.
- [16] "ADO.NET Architecture". docs.microsoft.com. Microsoft. Retrieved 4 September 2017.
- [17] "SSMS 18.0 (preview 4)". SQL Server Management Studio - Changelog (SSMS). Microsoft. 24 September 2018. Retrieved 22 October 2018.
- [18] "React -". React. Retrieved 7 April 2018.
- [19] "Draft: JSX Specification". JSX. Facebook. Retrieved 7 April 2018.
- [20] "Refs and the DOM". React Blog.
- [21] [https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/5b79011d266c077298791201/1612421461051-21C11MUOM1833412VYYW/ke17ZwdGBToddI8pDm48kNvT88LknE-K9M4pGNO0Iqd7gQa3H78H3Y0txjaiv\\_0fDoOvxcdMmMKkDsyUqMSsMWxHk725yiiHCCLfrh8O1z5QP\\_OohDlaIeljMHgDF5CVIOqpeNLCJ80NK65\\_fv7S1UbeDbaZv1s3QfpIA4TYnL5Qao8BosUKjCVjCf8TKe wJIH3bqxw7fF48mhrq5Ulr0Hg/Global+Digital+Overview+January+2021+DataReportal?format=2500w](https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/5b79011d266c077298791201/1612421461051-21C11MUOM1833412VYYW/ke17ZwdGBToddI8pDm48kNvT88LknE-K9M4pGNO0Iqd7gQa3H78H3Y0txjaiv_0fDoOvxcdMmMKkDsyUqMSsMWxHk725yiiHCCLfrh8O1z5QP_OohDlaIeljMHgDF5CVIOqpeNLCJ80NK65_fv7S1UbeDbaZv1s3QfpIA4TYnL5Qao8BosUKjCVjCf8TKe wJIH3bqxw7fF48mhrq5Ulr0Hg/Global+Digital+Overview+January+2021+DataReportal?format=2500w)
- [22] <https://ww2.mathworks.cn/matlabcentral/mlc-downloads/downloads/submissions/61237/versions/6/screenshot.JPG>
- [23] <https://www.researchgate.net/publication/312264140/figure/fig3/AS:579120674164741@1515084536944/a-Laplacian-of-Gaussian-as-a-kernel-in-3-D-view-and-b-thresholded-blob-image-The.png>
- [24] [https://2.bp.blogspot.com/-gxnBZ9w2Dro/WqMOQTJ\\_zzI/AAAAAAAAACeA/dyLgkY5TnFEf2j6jyXDXIDWj\\_wrbHhteQCLcBGAs/s1600/image2.png](https://2.bp.blogspot.com/-gxnBZ9w2Dro/WqMOQTJ_zzI/AAAAAAAAACeA/dyLgkY5TnFEf2j6jyXDXIDWj_wrbHhteQCLcBGAs/s1600/image2.png)



[25] <https://docs.microsoft.com/ru-ru/aspnet/core/tutorials/first-web-api/static/architecture.png?view=aspnetcore-5.0>