

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea de Calculatoare, Informatică și Microelectronică
Departamentul Ingineria Software și Automatică**

**Admis la susținere
Șef departament:
Fiodorov I. dr., conf.univ.**

“ ” _____ 2022

**Detectarea locurilor de parcare utilizând camere video
Teză de master**

**Student: Daniel CURMEI
st. gr. TI-201M**

**Coordonator: Andrei POȘTARU
lector univ. mag.**

**Consultant: Svetlana COJOCARU
lector univ. mag.**

Chișinău, 2022

REZUMAT

a lucrării de master: “Detectarea locurilor de parcare utilizând camere video”, elaborat de Daniel CURMEI

Cuvinte cheie: detectare, locuri de parcare, camere video, supraveghere, monitorizare, învățare automată, rețele neuronale

Scopul lucrării date este elaborarea unui algoritm pentru detectarea locurilor de parcare utilizând camerele video, care ar servi drept instrument pentru gestionarea eficientă a spațiilor de parcare. Această posibilitate ar ridica substanțial calitatea vieții locuitorilor și va ameliora situația de pe străzile orașului, de exemplu datorită faptului că va scădea numărul unităților de transport care participă în trafic, doar pentru căutarea unui loc de parcare.

Obiectivele propuse se rezumă la: analiza metodelor de detectare a obiectelor, compararea acestor metode, analiza tehnologiilor de viziune computerizată și analiza diverselor abordări de detectare a locurilor de parcare. Metodele de detectare sunt clasificate în două grupe: tradiționale (de învățare automată) și moderne (de învățare profundă) cu utilizarea rețelelor neuronale. S-a cercetat domeniul rețelelor neuronale și tipurile acestora. Chiar dacă unele metode tradiționale sunt destul de performante și exacte, cele bazate pe rețele neuronale sunt mai ușor de reutilizat, se descurcă mai bine în diverse condiții, diferite de cele pentru care au fost antrenate etc. Detectarea locurilor de parcare este o procedură mai complexă, decât detectare unui careva obiect definit. Acesta poate fi marcat sau nemarcat, se poate afla pe trotuar sau pe carosabil, poate fi ocupat sau liber. Și problema se complică când apar combinații de acestea. De aceea, s-au analizat și verificat trei abordări de detectare a locurilor de parcare, ultimul fiind cel mai potrivit. Practic s-a elaborat un algoritm care într-o careva măsură, lasă sarcina de detectare a locurilor omului — se identifică mașinile staționate și se monitorizează starea acestora (ocupate sau libere).

Lucrarea este structurată în trei capitole. Capitolul întâi este introductiv și descrie motivația. În capitolul doi sunt cercetate cunoștințele de bază specifice domeniului și anume metodele de detectare a obiectelor descrise mai sus. Capitolul trei conține informații direct legate de detectarea locurilor de parcare, abordările și tehnologiile utilizate pentru verificarea acestora. Tot aici sunt prezentate și rezultatele.

SUMMARY

*of the master thesis: "Parking lot detection using video cameras",
elaborated by Daniel CURMEI*

Keywords: detection, parking lot, video cameras, surveillance, monitoring, machine learning, neural networks

The purpose of this paper is to develop an algorithm for detecting parking spaces using video cameras, which would serve as a tool for efficient management of parking spaces. This possibility would substantially raise the quality of life of the inhabitants and improve the situation on the city streets, for example due to the fact that the number of transport units involved in traffic, which are just looking for a parking space, will decrease.

The proposed objectives are limited to: analysis of object detection methods, comparison of these methods, analysis of computer vision technologies and analysis of various approaches to detecting parking spaces. Detection methods are classified into two groups: traditional (machine learning) and modern (deep learning) using neural networks. The field of neural networks and their types has been researched. Even if some traditional methods are quite efficient and accurate, those based on neural networks are easier to reuse, do better in various conditions, different from those for which they were trained, etc. Detecting parking spaces is a more complex procedure than detecting a defined object. It can be marked or unmarked, it can be on the sidewalk or on the road, it can be busy or free. And the problem becomes more complicated if there are combinations of these. Therefore, three approaches to detecting parking spaces were analysed and verified, the last being the most appropriate. Basically, an algorithm has been developed that, to some extent, leaves the task of detection to humans — parked cars are identified and their condition is monitored (occupied or free).

The paper is structured in three chapters. The first chapter is introductory and describes the motivation. Chapter two explores the basic knowledge specific to the field, namely the methods of object detection, described prior. Chapter three contains information directly related to the detection of parking spaces, approaches and technologies used to verify them. The results are also presented here.

CUPRINS

1. INTRODUCERE	9
1.1. Motivație	9
1.2. Scop și obiective	10
1.3. Structura tezei	10
2. PRELIMINARII	11
2.1. Metoda tradițională de detectare a obiectelor	11
2.2. Metoda modernă de detectare a obiectelor	12
2.3. Rețele neuronale profunde	13
2.4. Rețele neuronale convoluționale	16
2.5. Metode de detectare a obiectelor	18
2.5.1. Metode de detectare în două etape	19
2.5.2. Metode de detectare într-o singură etapă	22
2.6. Concluzii	26
3. ALGORITMI DE DETECTARE A LOCURILOR DE PARCARE	27
3.1. Tehnologii de viziune computerizată	27
3.2. Detectarea cu tehnologii tradiționale	30
3.3. Detectarea cu tehnologii moderne	36
3.4. Rezultate	38
CONCLUZII	42
BIBLIOGRAFIE	43

1. INTRODUCERE

1.1. Motivație

De-a lungul anilor, orașele au devenit centre puternice de dezvoltare a societății, având la bază fenomenul de evoluție perpetuă, ele continuă să ademenească an de an cantitate considerabilă a populației care fie se stabilește definitiv cu traiul aici, fie face naveta zilnică în scopuri de serviciu.

Astfel conform datelor Biroului Național de Statistică al Republicii Moldova [1], începând cu anul 2010, se observă o creștere treptată a numărului de locuitori în mediul urban comparativ cu cel rural. Aceste modificări au indus probleme în diverse sfere de organizare a activităților locuitorilor orașelor, cea mai afectată fiind *mobilitatea*.

Fiind motivați de o multitudine de aspecte precum comoditatea și eficiența, oamenii au tins să-și procure automobile personale în schimbul dependenței continue de transportul public. Trebuie luat în calcul și faptul că orașul nu e gândit pentru o cantitate nemărginită de oameni și unități de transport, de aceea, peste o perioadă s-au făcut simțite și alte lacune ale sistemului, precum sunt problemele de poluare, de congestie din trafic și desigur — problema parcarilor.

Indiferent de direcția de mișcare sau scopul cu care o persoană se deplasează pe străzile orașului la volanul automobilului, mai devreme sau mai târziu îi va apărea necesitatea de a ocupa un loc de parcare. Deseori, aceasta este o misiune extrem de dificilă și depinde de un șir întreg de factori ce se modifică în timp: ora deplasării, sectorul, data etc. De asemenea, pe urma apariției acesteia, se generează disconfort și timp pierdut în căutare de loc de parcare.

Parcarea este o parte indispensabilă a transportului public și a rețelei de drumuri, este o provocare cu care se confruntă fiecare șofer de automobil personal. Disponibilitatea și costul unui loc de parcare constituie un factor determinant în decizia pe care oamenii o iau când se gândesc să acceseze o anumită destinație cu sau fără autoturismul personal. Decizia dată influențează planul/programul după care funcționează transportul public și nivelul de congestii al drumurilor[2].

Odată elaborat, un sistem de monitorizare a locurilor de parcare ar salva timpul pe care oamenii îl cheltuie pentru căutare și de asemenea, ar lipsi conducătorii unităților de transport de o importantă sursă de situații de stres. Fiind o chestie cu care oamenii se găsesc față în față zi de zi, aceasta le determină starea psihologică pentru întreaga zi de muncă și indirect contribuie la starea de sănătate generală a omului. Deci, un astfel de sistem nu este benefic exclusiv pentru activități legate de transport dar și pentru menținerea sănătății, o dată din perspectiva psihologică și altădată prin micșorarea consumului de combustibil și a cantității gazelor de eșapament evacuate.

1.2. Scop și obiective

Scopul lucrării este modelarea logică a unui algoritm pentru detectarea locurilor de parcare utilizând camerele video, care ar servi drept instrument pentru gestionarea eficientă a spațiilor de parcare. Pentru atingerea acestui scop se stabilesc următoarele obiective:

- analiza metodelor de detectare a obiectelor în imagini;
- compararea metodelor;
- analiza tehnologiilor de viziune computerizată;
- analiza diverselor abordări de detectare a locurilor de parcare.

1.3. Structura tezei

În continuare, lucrarea este structurată în felul următor: Capitolul 2 analizează și prezintă date teoretice de bază. Se analizează metodele de detectare a obiectelor în imagini și diferențele dintre acestea. Se descriu avantajele și dezavantajele lor. Capitolul 3 prezintă diverse abordări pentru detectarea locurilor de parcare și restricțiile corespunzătoare.

BIBLIOGRAFIE

1. Banca de date statistice Moldova: *Populația și procesele demografice*
2. Primăria Municipiului Chișinău: *Concepția privind dezvoltarea și managementul sistemului de parcuri urbane în municipiul Chișinău*
3. Niall O'Mahony, Sean Campbell, Anderson Carvalho, Suman Harapanahalli, Gustavo Velasco Hernandez, Lenka Krpalkova, Daniel Riordan, Joseph Walsh: *Deep Learning vs. Traditional Computer Vision*
4. Pritom Hazarika, Ms Madhu Kumari: *Evolution of Modern Deep Learning Methods of Object Recognition*
5. Zhuoyue Wang: *SEG-YOLO: Real-Time Instance Segmentation Using YOLOv3 and Fully Convolutional Network*
6. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: *Deep Learning*
7. Xiaoyue Jiang, Abdenour Hadid, Yanwei Pang, Eric Grangerl, Xiaoyi Feng: *Deep Learning in Object Detection and Recognition*
8. Ross Girshick, Jeff Donahue, Trevor Darrell, Jitendra Malik: *Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation*
9. Ross Girshick: *Fast R-CNN*
10. Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, and Jian Sun: *Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks*
11. Kaiming He, Georgia Gkioxari, Piotr Dollar, Ross Girshick: *Mask R-CNN*
12. Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi: *You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection*
13. Mohammad Mahdi Derakhshani¹, Saeed Masoudnia¹, Amir Hossein Shaker¹, Omid Mersal¹, Mohammad Amin Sadeghi¹, Mohammad Rastegari², Babak N. Araabi¹: *Assisted Excitation of Activations: A Learning Technique to Improve Object Detectors*
14. *Pytorch vs Tensorflow: A Head-to-Head Comparison*: <https://viso.ai/deep-learning/pytorch-vs-tensorflow/>
15. Martin A. Fischler and Robert C. Bolles: *Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography*