**ROMÂNIA**

**MINISTERUL APĂRĂRII NAȚIONALE**

**ACADEMIA TEHNICĂ MILITARĂ ,,FERDINAND I”**

**FACULTATEA DE SISTEME ELECTRONICE ŞI INFORMATICE MILITARE**

**Specializare: Comunicații pentru apărare și securitate**



**SISTEM AUTONOM DE DEPLASARE PE BAZA RECUNOAȘTERII SEMNELOR DE CIRCULAȚIE CU RASPBERRY PI**

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

**Col. prof. univ. dr. ing. MIHAI TOGAN**

ABSOLVENT:

**Sd. plt. Ionuţ-Alexandru PAVEL**

Conţine \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ file

Inventariat sub nr. \_\_\_\_\_\_

Poziţia din indicator: \_\_\_\_

Termen de păstrare: \_\_\_\_\_

**BUCUREŞTI**

**2022**

# ABSTRACT

# REZUMAT

# CUPRINS

[ABSTRACT 5](#_Toc102984468)

[REZUMAT (rezumarea pe capitole) 6](#_Toc102984469)

[CUPRINS 6](#_Toc102984470)

[LISTĂ DE ABREVIERI 8](#_Toc102984471)

[TABELĂ FIGURI 9](#_Toc102984472)

[1. OBIECTIVE ȘI NOȚIUNI GENERALE 10](#_Toc102984473)

[1.1 Obiective,motivația alegerii temei și domeniile de aplicație 10](#_Toc102984474)

[1.2 Noțiuni generale 10](#_Toc102984475)

[1.2.1 Deep Supervised Learning (DSL) 10](#_Toc102984476)

[1.2.2 Deep Unsupervised Learning (DUL) 10](#_Toc102984477)

[1.2.3 Deep Semi-Supervised Learning (DSSL) 11](#_Toc102984478)

[1.3 Abordarea Deep Learning 11](#_Toc102984479)

[1.4 Provocări impuse de Deep Learning 11](#_Toc102984480)

[1.5 Deep Learning și Machine Learning. Diferențe. 11](#_Toc102984481)

[1.6 Deep Learning în contextul automatizării autovehiculelor 11](#_Toc102984482)

[1.6.1 Percepția 11](#_Toc102984483)

[1.6.2 Localizarea 11](#_Toc102984484)

[1.6.3 Predicția 11](#_Toc102984485)

[1.6.4 Luarea deciziilor[8] 11](#_Toc102984486)

[2 NOȚIUNI TEORETICE 12](#_Toc102984487)

[2.1 Definiții 12](#_Toc102984488)

[2.2 Procesul de învățare 12](#_Toc102984489)

[2.2.1 Funcția de activare (activation function) 12](#_Toc102984490)

[2.2.2 Antrenarea 12](#_Toc102984491)

[2.2.3 Funcția de pierderi (loss function) 12](#_Toc102984492)

[2.2.4 Parametrii și hiperparametrii rețelelor neuronale convoluționale. Probleme impuse în urma modificării acestora 12](#_Toc102984493)

[2.3 Rețelele neuronale convoluționale (CNN) 12](#_Toc102984494)

[2.3.1 Arhitectura 12](#_Toc102984495)

[2.3.2 Convoluția 12](#_Toc102984496)

[2.3.3 Pooling 12](#_Toc102984497)

[2.3.4 Fully-Connected 12](#_Toc102984498)

[2.4 Modelul de antrenare ales 12](#_Toc102984499)

[2.5 Modalități de antrenare 12](#_Toc102984500)

[2.5.1 Fine Tuning 12](#_Toc102984501)

[2.5.2 Transfer Learning 12](#_Toc102984502)

[2.5.3 Learning from scratch 12](#_Toc102984503)

[2.6 Procesarea imaginilor în DL 12](#_Toc102984504)

[2.6.1 Adnotarea 12](#_Toc102984505)

[2.6.2 Augumentarea 12](#_Toc102984506)

[3 METODE DE IMPLEMENTAREA ȘI VERIFICARE 12](#_Toc102984507)

[3.1 Implementarea software 12](#_Toc102984508)

[3.1.1 Mediul de dezvoltare, limbajul de programare și librării utilizate 12](#_Toc102984509)

[3.1.2 Construirea setului de date 12](#_Toc102984510)

[3.1.3 Implementarea CNN pe baza principiului de Transfer Learning 12](#_Toc102984511)

[3.1.4 Modelul SSD MobileNet v2 320x320 12](#_Toc102984512)

[3.1.5 Procesorul grafic Nvidia 12](#_Toc102984513)

[3.1.6 CPU și GPU. Limitări impuse de placa grafică. 12](#_Toc102984514)

[3.1.7 Coral USB Accelerator (TPU Edge) 12](#_Toc102984515)

[3.1.8 Tensorflow. Framework-ul TFLite 12](#_Toc102984516)

[3.1.9 Tensorboard 12](#_Toc102984517)

[3.1.10 OpenCV 12](#_Toc102984518)

[3.1.11 Probleme de implementare și soluții 12](#_Toc102984519)

[3.2 Implementare hardware 13](#_Toc102984520)

[3.2.1 Platforma computațională Raspberry Pi 4B 13](#_Toc102984521)

[3.2.2 Driver-ul DRV8835 Dual Motor pentru Raspberry Pi 13](#_Toc102984522)

[3.2.3 Modulul cameră v2 Raspberry Pi 13](#_Toc102984523)

[3.2.4 Probleme hardware de implementare și soluții 13](#_Toc102984524)

[4 REZULTATE EXPERIMENTALE 13](#_Toc102984525)

[4.1 Prezentarea evoluției sistemului autonom analizat 13](#_Toc102984526)

[4.2 Rezultate obținute 13](#_Toc102984527)

[4.3 Analiza performanțelor sistemului obținut 13](#_Toc102984528)

[5 CONCLUZII ȘI PERSPECTIVE DE VIITOR 13](#_Toc102984529)

[6 BIBLIOGRAFIE 13](#_Toc102984530)

[7 Bibliography 13](#_Toc102984531)

[8 ANEXE 13](#_Toc102984532)

# LISTĂ DE ABREVIERI

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

# TABELĂ FIGURI

# 1. OBIECTIVE ȘI NOȚIUNI GENERALE

## Obiective,motivația alegerii temei și domeniile de aplicație

## Noțiuni generale

Structura tehnică a DL

### Deep Supervised Learning (DSL)

Metode de învățare supervizată

### Deep Unsupervised Learning (DUL)

Metode de învățare nesupraveghetă

### Deep Semi-Supervised Learning (DSSL)

## Abordarea Deep Learning

## Provocări impuse de Deep Learning

## Deep Learning și Machine Learning. Diferențe.

Rețea neuronală cu straturi multiple

Din figura se observă că fiecare componentă a unui strat este interconectată cu toate componentele stratului ulterior.

Deep Learning/Macine Learning

## Deep Learning în contextul automatizării autovehiculelor

### Percepția

### Localizarea

### Predicția

### Luarea deciziilor[8]

# NOȚIUNI TEORETICE

## Definiții

## Procesul de învățare

### Funcția de activare (activation function)

### Antrenarea

### Funcția de pierderi (loss function)

### Parametrii și hiperparametrii rețelelor neuronale convoluționale. Probleme impuse în urma modificării acestora

## Rețelele neuronale convoluționale (CNN)

### Arhitectura

### Convoluția

### Pooling

### Fully-Connected

## Modelul de antrenare ales

## Modalități de antrenare

### Fine Tuning

### Transfer Learning

### Learning from scratch

## Procesarea imaginilor în DL

### Adnotarea

### Augumentarea

# METODE DE IMPLEMENTAREA ȘI VERIFICARE

## Implementarea software

### Mediul de dezvoltare, limbajul de programare și librării utilizate

### Construirea setului de date

### Implementarea CNN pe baza principiului de Transfer Learning

### Modelul SSD MobileNet v2 320x320

### Procesorul grafic Nvidia

### CPU și GPU. Limitări impuse de placa grafică.

### Coral USB Accelerator (TPU Edge)

### Tensorflow. Framework-ul TFLite

### Tensorboard

### OpenCV

### Probleme de implementare și soluții

## Implementare hardware

### Platforma computațională Raspberry Pi 4B

### Driver-ul DRV8835 Dual Motor pentru Raspberry Pi

### Modulul cameră v2 Raspberry Pi

### Probleme hardware de implementare și soluții

# REZULTATE EXPERIMENTALE

## Prezentarea evoluției sistemului autonom analizat

## Rezultate obținute

## Analiza performanțelor sistemului obținut

# CONCLUZII ȘI PERSPECTIVE DE VIITOR

# BIBLIOGRAFIE

# Bibliography

**There are no sources in the current document.**

# ANEXE