



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Δημιουργία εργαλείου λογισμικού εντοπισμού βλαβών οδοστρώματος»

Των φοιτητών

Αντώνη Καραγεώργου & Μαρίας Μαυρίδου

Αρ. Μητρώου ait112018 & ait182018

Επιβλέπων

Ιγνάτιος Δεληγιάννης

Καθηγητής, ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2022



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΥΦΥΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ - WEB INTELLIGENCE

«Δημιουργία εργαλείου λογισμικού εντοπισμού βλαβών οδοστρώματος»

των

Αντώνη Καραγεώργου & Μαρίας Μαυρίδου

Επιβλέπων : Ιγνάτιος Δεληγιάννης
Καθηγητής, ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις [Clickheretoenteradate](#).

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

(Υπογραφή)

.....

.....

.....

Όνομα Επώνυμο

Όνομα Επώνυμο

Όνομα Επώνυμο

Choose an item. ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Choose an item. ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Choose an item ΔΙ.ΠΑ.Ε..

Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 2022

.....

Καραγεώργος Αντώνιος

Μηχανικός Πληροφορικής Τ.Ε

© 2022– Allrightsreserved

.....

Μαυρίδου Μαρία

Μηχανικός Πληροφορικής Τ.Ε.

Στα παιδιά μας Δήμο & Αλέξανδρο

Πρόλογος

Η αρχική διπλωματική εργασία δεν ήταν αυτή. Είχε προταθεί από τον υπεύθυνο καθηγητή κ. Ιγνάτιο Δεληγιάννη, η κατασκευή μια εφαρμογής Android, η οποία θα λειτουργούσε σαν τηλεχειριστήριο. Η εφαρμογή αυτή μέσω του Διαδικτύου θα συνδεόταν σε μια smart τηλεόραση και θα έκανε τις λειτουργίες ενός τηλεκοντρόλ. Μετά από αρκετή αναζήτηση σχετικά με το θέμα της διπλωματικής, τελικά δεν ήταν εφικτός ο χειρισμός της Android TV μέσω κινητού τηλεφώνου διαμέσου WiFi. Κάτι τέτοιο θα απαιτούσε πρόσθετη συσκευή συνδεδεμένη στην TV, αλλά και πάλι δεν παρέχει η Google το δικαίωμα (permission) για αλλαγή των δημόσιων καναλιών από άλλη συσκευή τόσο απομακρυσμένη. Ο τομέας των Smartv TV apps είναι ακόμα σε πρώιμο επίπεδο.

Μετά από νέα αναζήτηση θέματος με τον υπεύθυνο καθηγητή, κ. Ιγνάτη Δεληγιάννη πρότεινε το θέμα: «Μια εφαρμογή να διαβάζει τον δρόμο και να την αναλύουμε σχετικά με τις λακκούβες – κακοτεχνίες που θα υπάρχουν και να τις κατηγοριοποιούμε»

Έτσι αρχίσαμε να υλοποιούμε το θέμα αυτό. Με την βοήθεια του κ. Κων/νου Διαμαντάρα, μιας και εξειδικεύεται στην μηχανική μάθηση, αποφασίστηκε η υλοποίηση μιας εφαρμογής Android, η οποία θα καταγράφει μια διαδρομή, θα παράγει φωτογραφίες, θα αναλύονται, θα ταξινομούνται και στο τέλος θα αποτυπώνονται πάνω σε κάποιον χάρτη της Google.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως κύριο στόχο το σχεδιασμό και την ανάπτυξη λογισμικού Android και την επεξεργασία ενός οδοστρώματος στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ευφυείς Τεχνολογίες Διαδικτύου» του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων της Σχολής Μηχανικών του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος (ΔΙΠΑΕ).

Η εργασία έχει ως σκοπό να βοηθήσει τον χρήστη να καταγράψει το οδόστρωμα μιας συγκεκριμένης διαδρομής, κάνοντας χρήση ενός κινητού τηλεφώνου. Με την ολοκλήρωση της διαδρομής, το βίντεο τεμαχίζεται σε φωτογραφίες. Αυτές στην συνέχεια με το κατάλληλο λογισμικό (ταξινόμηση με χρήση αλγόριθμους Μηχανικής μάθησης, επεξεργάζονται και κατηγοριοποιούνται αναλόγως της ποιότητας του οδοστρώματος).

Υπάρχουν 4 κατηγορίες φωτογραφιών (καλό οδόστρωμα, οδόστρωμα με μικρές λακκούβες, μεσαίες λακκούβες και μεγάλες λακκούβες).

Στην συνέχεια ο χρήστης κάνοντας χρήση τους Χάρτες της Google (Google Maps) μπορεί να επιλέξει να δει το στίγμα των φωτογραφιών αλλά και τις φωτογραφίες ανά κατηγορία πάνω στο χάρτη.

Για την υλοποίηση δημιουργήθηκε μια εφαρμογή Android (κυρίως σε java), και επίσης για την ταξινόμηση των εικόνων, κώδικας σε Python.

Η Android εφαρμογή στην συνέχεια έχει μεταφορτωθεί στην πλατφόρμα της Google Play.

Λέξεις κλειδιά: Μηχανική Μάθηση, CNN, Softmax, ReLu, Android, GPS, Java, Google Maps, Tensorflow..

Road damage detecting tool

Antonios Karageorgos & Maria Mauridou

Abstract

The main goal of this project the design and development of an Android software and the processing of a road surface in the context of the postgraduate program (MSc) in Web Intelligence is offered by the Department of Information and Electronic Engineering of International Hellenic University (IHU).

The purpose of this project is to help the user record the road of a particular route using only a mobile phone. At the end of the route, the video will be cut into photos and then with an appropriate software (classification using machine learning algorithms) will be edited and categorized according to the quality of the road.

There are 4 categories of photos (good, poor, satisfactory and very poor). After following, the user with the assistance of maps (Google maps), can choose to see the location and the category of a photo depending on which category he chooses up on the map.

For the implementation of this project Android application (mainly in Java) was created and for the classification of images, a Python code was made.

This android application has then been uploaded on the Google play platform.

Keywords: Machine learning, CNN, Softmax, ReLu, Android, GPS, Java, Google Maps, Tensorflow.

Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μας σε όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας:

Καταρχήν στον καθηγητή μας, κ. Ιγνάτη Δεληγιάννη, για την πολύτιμη υποστήριξή του, τις υποδείξεις του και το πολύ καλό κλίμα συνεργασίας που διαμόρφωσε συμβάλλοντας τα μέγιστα για την κατάρτιση της διπλωματικής εργασίας και στην συνέχεια στον κ. Κών/νο Διαμαντάρα με τις ειδικότερες γνώσεις στην μηχανική μάθηση.

Επίσης στο σύνολο των καθηγητών μας, η συμβολή των οποίων ήταν καθοριστική στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολουθήσαμε.

Τους συμφοιτητές μας, για την βοήθεια και την συναδελφικότητα που επέδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας και ειδικότερα στο Σωτήρη Ρέμελη για την πολύτιμη βοήθειά του.

Τέλος στο καλό φίλο Χρήστο Λαμπρινίδη για τις συμβουλές και βοήθεια του σε θέματα Android.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	v
Περίληψη.....	vi
Abstract.....	vii
Ευχαριστίες.....	viii
1. Εισαγωγή.....	14
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής.....	15
1.2 Οργάνωση Περιεχομένου.....	16
2. Ανάλυση εργαλείων και ανάπτυξη τεχνικών	17
2.1 Εργαλεία και Τεχνικές	17
2.1.1 Λειτουργικό σύστημα Android	18
2.1.2 SDK.....	18
2.1.3 Android Studio.....	19
2.1.4 Sql Lite.....	20
2.1.5 Βιβλιοθήκες java και kotlin.....	21
2.2 Global Positioning System (GPS).....	21
2.2.1 Ορισμός GPS SPS.....	23
2.2.2 Συμβατότητα SPS	23
2.2.3 Ακρίβεια GPS	24
2.2.4 Αστοχία GPS.....	25
2.3 Χάρτες Google (Google maps)	26
2.3.1 Τεχνολογία API Χαρτών Google	27
2.3.2 Επικαλύψεις	28
2.4 Γλώσσα προγραμματισμού PYTHON	29
3. Μηχανική μάθηση.....	31
3.1 Τι είναι τα νευρωνικά δίκτυα	31
3.2 Πως εκπαιδεύουμε ένα νευρωνικό δίκτυο (τεχνικό Νευρωνικό δίκτυο)	32
3.3 Δέντρα αποφάσεων	33
3.4 Συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (Convolutional Neural Networks - CNN).....	36

3.5	Η Αρχιτεκτονική ενός Συνελκτικού Νευρωνικού Δικτύου (CNN)	37
3.6	Επίπεδο Εισόδου	37
3.7	Συνελκτικό επίπεδο	38
3.8	Συγκεντρωτικό Επίπεδο	40
3.9	Πλήρως συνδεδεμένο επίπεδο	40
3.10	Επίπεδο Εξόδου (Softmax)	40
3.11	Βιβλιοθήκες Tensorflow και Keras	41
3.12	Tensorflow	41
3.13	Nvidia	42
3.14	CUDA	43
3.15	Keras	44
4.	Υλοποίηση εφαρμογή καταγραφής και εμφάνιση κακοτεχνιών στους δρόμους	46
4.1	Εξοπλισμός	46
4.2	Ανάλυση Εφαρμογής	47
4.3	Βάση δεδομένων (DatabaseHandler.java)	47
4.4	Οθόνη καταγραφής βίντεο (VideoActivity.java)	48
4.5	Οθόνη ρυθμίσεων (SettingsActivity.java)	51
4.6	Οθόνη αρχείων (FilesActivity.java)	52
4.7	Πληροφορίες αρχείων (FileAdapter.java)	53
4.8	Οθόνη προβολής εικόνων (ImagesActivity.java)	54
4.9	Επεξεργασία από το Μοντέλο Μηχανικής μάθησης	56
4.10	Διαχωρισμός δεδομένων και εκπαίδευση	56
4.11	Οθόνη χαρτών (MapActivity.java)	59
5.	Προβλήματα και επίλυση	64
5.1	Εφαρμογή Android	64
5.2	Εκπαίδευση μοντέλου	65
5.3	Data Set	65
6.	Συμπεράσματα – Χρήσεις	67
6.1	Χρήσεις	67

6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις	67
Βιβλιογραφία	69

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Παράδειγμα κακοτεχνιών οδοστρώματος	16
Εικόνα 2: Περιβάλλον Android Studio	20
Εικόνα 3: Προσδιορισμός σημείου άγνωστων συντεταγμένων με απόλυτο προσδιορισμό θέσης.....	22
Εικόνα 4: Αντανάκλαση σήματος GPS	26
Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής (CUDA)	44
Εικόνα 6: Εικόνες με τον εξοπλισμό καταγραφής.....	46
Εικόνα 7: Εικονίδιο εφαρμογής και Αρχικό menu εφαρμογής.....	48
Εικόνα 8: Οθόνη ρυθμίσεων	52
Εικόνα 9: Στιγμιότυπο εφαρμογής διαχείρισης βίντεο σε εικόνες.....	54
Εικόνα 10: Στιγμιότυπο προβολής εικόνων	55
Εικόνα 11: Στιγμιότυπο από τους φακέλους όπου υπάρχουν τα βίντεο και οι φωτογραφίες	56
Εικόνα 12: Στιγμιότυπο ποσοστό ακρίβειας εκπαιδευμένου μοντέλου.....	58
Εικόνα 13: Στιγμιότυπο των 3 φακέλων που υπάρχουν οι ταξινομημένες φωτογραφίες.....	59
Εικόνα 14: Αρχική οθόνη χαρτών.....	60
Εικόνα 15: Εικόνα με τα στίγματα κακοτεχνιών	62
Εικόνα 16: Εμφάνιση εικόνων από αντίστοιχα στίγματα	63
Εικόνα 17: Ενδεικτική εικόνα μηνύματος λάθους.....	65

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Διάγραμμα ανάκτησης δεδομένων	29
Σχήμα 2: Ένας νευρώνας με πολλές εισόδους, αντίστοιχα βάρη και μία έξοδο.....	32
Σχήμα 3: Κατάτμηση του δισδιάστατου χώρου έτσι ώστε οι περιοχές που δημιουργούνται να είναι ομοιογενείς, δηλαδή να περιέχουν πρότυπα που προέρχονται αποκλειστικά από μία κλάση.....	35
Σχήμα 4: Το δέντρο που αντιστοιχεί στο παράδειγμα κατάτμησης.....	36
Σχήμα 5: Η αρχιτεκτονική ενός τυπικού συνελκτικού νευρωνικού δικτύου (CNN).....	37
Σχήμα 6: Νευρώνες Εισόδου	37
Σχήμα 7: Εφαρμογή φίλτρου συνέλιξης	38
Σχήμα 8: Δημιουργία πρώτου κρυφού επιπέδου.....	39
Σχήμα 9: Αναπαράσταση χαρακτηριστικό - Featuremap	39
Σχήμα 10: Επίπεδα εισόδου, συνέλιξης και συγκέντρωσης	40
Σχήμα 11: Ολοκληρωμένο συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο	41

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: SPS SIS Συμβατότητας	24
---------------------------------------	----

Συντομογραφίες

API	Application Programming Interface
CL	Civil Long
CM	Civil Medium
CNAV	Civil Navigation
CNN	Convolutional Neural Network
CPU	Central Process Unit
CUDA	Compute Unified Device Architecture
Dos	Denial Of Service
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System
GPU	Graphics Process Units
ID3	Iterative Dichotomiser 3
IDE	Integrated Development Environment
IOC	Initial Operational Capability
IPC	Inter-Process Communication
JDK	Java Development Kit
JVM	Java Virtual Machine
LNAV	Lateral Navigation
Pypi	Python Package Index
Relu	Rectified Linear Unit
SDK	Software Development Kit
SIS	Signal In Space
SPS	Standard Positioning Service
Sql	Structured Query Language
TPU	Tensor Processing Units
URE	User Range Error
Wifi	Wireless Fidelity
XML	Extensible Markup Language

1

1. Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ευφυείς Τεχνολογίες Διαδικτύου» του Τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων, του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος. Ο τίτλος της είναι: «Δημιουργία εργαλείου λογισμικού εντοπισμού βλαβών οδοστρώματος» και έχει ως κύριο στόχο το σχεδιασμό και την ανάπτυξη μια φιλικής προς τον άνθρωπο εφαρμογή Android για καταγραφή και επεξεργασία ενός οδοστρώματος, εντοπισμό των βλαβών και τοποθέτηση στίγματος πάνω στον χάρτη της Google (Google maps).

Οι λακκούβες των ελληνικών δρόμων «κουράζουν» στην ανάρτηση και το πλαίσιο του αυτοκινήτου μας ενώ μερικές φορές ευθύνονται και για ατυχήματα. Η πλειοψηφία των ελληνικών δρόμων χαρακτηρίζεται από διάφορες κακοτεχνίες, όπως λακκούβες, μπαλώματα, εγκάρσιες τομές, παράνομα σαμαράκια κ.α. Ειδικά στο σφικτό δίκτυο των μεγάλων πόλεων που δεν είναι εύκολη η σωστή ασφαλτόστρωση λόγω χώρου και κίνησης, οι δρόμοι θυμίζουν ορισμένες φορές βομβαρδισμένο τοπίο.

Οι κακοτεχνίες των δρόμων όμως καταπονούν το αυτοκίνητό μας και μπορούν να του προκαλέσουν σοβαρές ζημιές ή και να μας «οδηγήσουν» σε ατύχημα. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε με μία καταγραφή του δρόμου να δούμε σε πιο σημείο έχει κακοτεχνία και στη διάρκεια του οδήγησής να προσπαθήσουμε να την προσπεράσουμε ή να καταγράψουμε που υπάρχει αυτή η κακοτεχνία και στη συνέχεια το συνεργείο συντήρησης να επέμβει με την διόρθωσή της.

Για την συντήρηση των εθνικών οδών ευθύνεται αποκλειστικά το Ελληνικό Δημόσιο και για την συντήρηση των επαρχιακών οδών τα Νομαρχιακά ταμεία. Επίσης για την συντήρηση των δημοτικών και κοινοτικών δρόμων υπεύθυνοι είναι οι Δήμοι των οποίων βρίσκονται οι αντίστοιχοι δρόμοι. Αυτοί υποχρεούνται να μεριμνούν για την συντήρηση του οδοστρώματος, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφαλής κυκλοφορία των πεζών και των οχημάτων που χρησιμοποιούν αυτές τις οδούς.

Με την εφαρμογή αυτή λύνονται και προλαμβάνονται όλα αυτά που αναφέραμε πιο πάνω και έχουμε μία οπτική εικόνα σε ποια κατάσταση βρίσκεται το οδόστρωμα για να μπορέσει η αρμόδια αρχή να επέμβει και να διορθώσει τη ζημιά.

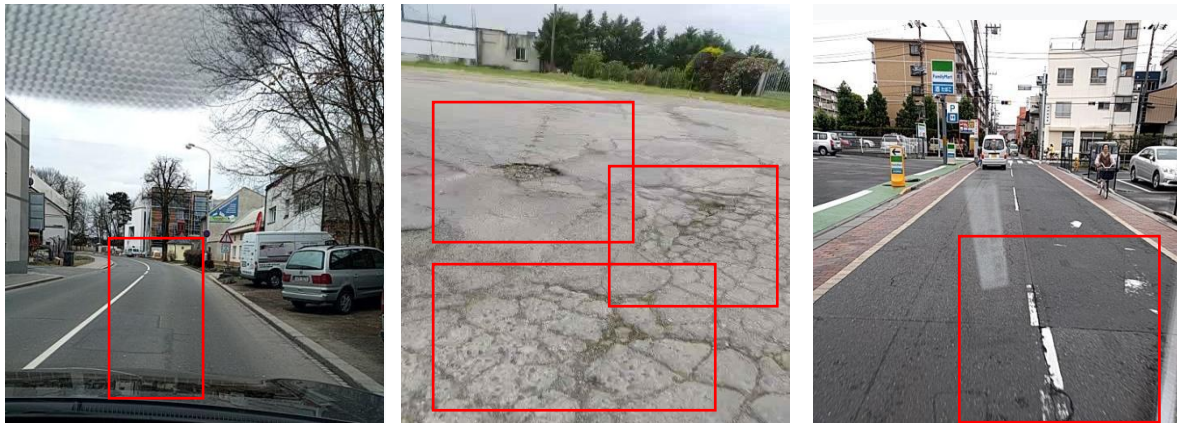
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής

Η παρούσα διπλωματική εργασία σκοπό έχει να παρέχει στο χρήστη ένα λογισμικό το οποίο θα του γίνει την δυνατότητα της καταγραφής ενός οδοστρώματος, την επεξεργασία του, τον εντοπισμό κακοτεχνιών/λακκουβών, την κατηγοριοποίηση - ταξινόμηση τους και την αναπαράσταση αυτών πάνω σε χάρτη. Συγκεκριμένα στο χάρτη της Google (Google Maps).

Με την εκτεταμένη κατασκευή δρόμων, η οδική ασφάλεια έχει γίνει θέμα μεγάλης ανησυχίας τόσο για την κυβέρνηση όσο και για τους πολίτες. Μεταξύ αυτών των θεμάτων οδικής ασφάλειας, η συντήρηση των δρόμων είναι ένα από τα πιο σημαντικά καθήκοντα. Ωστόσο, ο εντοπισμός και η ταξινόμηση των κατεστραμμένων δρόμων βασίζεται κυρίως σε ανθρώπους και αισθητήρες υψηλής απόδοσης στις μέρες μας, οι οποίοι είναι χρονοβόροι και δαπανηροί. Χρειάζεται επείγοντως να βρεθεί μια μέθοδος χαμηλού κόστους που να μπορεί να ανιχνεύει και να ταξινομεί τις κατεστραμμένες περιοχές στις εικόνες που καταγράφονται αυτόματα από τα smartphone που είναι τοποθετημένα στο όχημα.

Σε συνδυασμό με τις πληροφορίες GPS των εικόνων, αυτή η μέθοδος μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του εντοπισμού και της συντήρησης ζημιών στο δρόμο. Ως αποτέλεσμα, το έργο του εντοπισμού και της ταξινόμησης ζημιών στο δρόμο έχει προσελκύσει μεγάλη προσοχή πρόσφατα. Οι περισσότεροι από αυτούς εστίασαν στην παρουσία ή απουσία ζημιάς και άλλοι έδωσαν την προσοχή τους περαιτέρω εντοπισμό και αναγνώριση. Συγκεκριμένα, συλλέχτηκε ένα σύνολο δεδομένων μεγάλης κλίμακας ζημιών από δρόμους, τους τύπους ζημιών καθώς και τις τοποθεσίες τους.[1]

Η Ανίχνευσης και Ταξινόμησης Οδικών κακοτεχνιών έχει σχεδιαστεί για αυτήν την εργασία. Με δεδομένη μια εικόνα που περιέχει τον δρόμο, ο στόχος είναι να εντοπιστούν αυτόματα όλες οι κατεστραμμένες περιοχές του οδοστρώματος με ένα πλαίσιο οριοθέτησης και να ταξινομηθούν. Αναλυτικά, οι κατεστραμμένοι δρόμοι στο σύνολο δεδομένων επισημαίνονται χειροκίνητα ως τέσσερεις τύποι [2]. Μερικά παραδείγματα κάθε τύπου ζημιάς φαίνονται στη Εικόνα 1.



Εικόνα 1: Παράδειγμα κακοτεχνιών οδοστρώματος

1.2 Οργάνωση Περιεχομένου

Στο 2^ο και 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα εργαλεία και οι τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του λογισμικού. Γίνεται αναφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο ώστε να μπορέσει ο αναγνώστης να κατανοήσει με ευκολία τα αποτελέσματα όλης της εφαρμογής που θα ακολουθήσει.

Στο 4ο κεφάλαιο εξηγείται αναλυτικά η χρήση της εφαρμογής Android. Πώς γίνεται η παραμετροποίηση και πως παράγεται το πρώτο αποτέλεσμα και το τελικό αποτέλεσμα μέσα από εικόνες. Επίσης στο ίδιο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση στα σημαντικότερα σημεία του κώδικα Python που χρησιμοποιείται για την εκπαίδευση του μοντέλου και ταξινόμηση των προτύπων.

Στο 5ο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα προβλήματα που υπήρξαν κατά την υλοποίηση όλου του project, πως αυτά ξεπεράστηκαν και ποιες λύσεις δόθηκαν.

Στο 6ο και τελευταίο κεφάλαιο υπάρχουν τα συμπεράσματα και η μελλοντικές χρήσεις της εφαρμογής.

2

2. Ανάλυση εργαλείων και ανάπτυξη τεχνικών

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του λογισμικού, Android και Python, τις βιβλιοθήκες και ποιοι αλγόριθμοι χρησιμοποιήθηκαν, καθώς επίσης, και μια αναφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο των εννοιών.

2.1 Εργαλεία και Τεχνικές

Αναλυτικότερα παρουσιάζονται ονομαστικά τα εργαλεία και οι τεχνικές:

- Λειτουργικό σύστημα Android
- SDK
- Android Studio
- Sql Lite
- Βιβλιοθήκες java και kotlin
- Google maps

επίσης θα γίνει μια γενική αναφορά στη λειτουργία του GPS.

Έπειτα θα γίνει μια θεωρητική εμβάθυνση στη Μηχανική μάθηση την γλώσσα που γράφτηκε ο κώδικας, τους αλγόριθμους καθώς και τις βιβλιοθήκες που έχουν χρησιμοποιηθεί. Ποιο αναλυτικά θα αναφερθούμε σε:

- Python
- CNN
- ReLu
- Softmax
- Tensorflow
- CUDA
- Keras

2.1.1 Λειτουργικό σύστημα Android

Το Android[3] είναι ένα λειτουργικό σύστημα ανοιχτού κώδικα που τρέχει στον πυρήνα του Linux. Οι εφαρμογές Android που αναπτύσσονται χρησιμοποιούν γλώσσα java[4]. Η Google έχει το δικό της SDK (*software development kit*) που επιτρέπει στον κώδικα java να ελέγχουν συσκευές όπως κινητά τηλέφωνα, tablet, κ.λπ. Η ανάπτυξη εφαρμογών για κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android παρέχει μια ευέλικτη πλατφόρμα για προγραμματιστές όπου μπορούν να χρησιμοποιούν τόσο java IDE όσο και βιβλιοθήκες java. Στις μέρες μας το λειτουργικό σύστημα Android είναι μια σημαντική πλατφόρμα που παρέχει έναν δυναμικό τρόπο ανάπτυξης καινοτόμων εφαρμογών.

Το λειτουργικό σύστημα android είναι πολύ δημοφιλή μεταξύ των προγραμματιστών λόγω της φιλικότητας προς τον χρήστη. Είναι πολύ αποτελεσματικό να δημιουργείτε μια εφαρμογή σε μία πλατφόρμα και να την αναπτύσσεται σε πολλές άλλες πλατφόρμες ταυτόχρονα χωρίς να υπάρχει ανησυχία για αλλαγές που πρέπει να γίνουν. Η cross-platform προτείνει διάφορες προσεγγίσεις για την επίτευξη αυτού του στόχου με αποτελεσματικούς και δημιουργικούς τρόπους.

Η ασφάλεια είναι το κύριο μέλημα των συσκευών Android που λειτουργούν. Δεν επιτρέπει σε εξωτερικές εφαρμογές να αλλάζουν ή να τροποποιούν εγκατεστημένα αρχεία. Επιτρέπει την προσαρμογή των δικαιωμάτων που καθορίζει τις εφαρμογές να χρησιμοποιούν τους πόρους του υλικού και λογισμικού της συσκευής. Οι χρήστες Android έχουν την δικαιοδοσία να αποδέχονται ή να αρνούνται τα δικαιώματα μιας εγκατεστημένης εφαρμογής. Ωστόσο, το android επιτρέπει την IPC (Inter-Process Communication) που καθιστά τη συσκευή ευάλωτη σε απειλές ασφαλείας που οδηγούν σε πειρατεία.

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά αυτού του λειτουργικού συστήματος είναι ότι η αρχιτεκτονική είναι ίδια με τους προσωπικούς υπολογιστές. Επομένως, τα ζητήματα ασφαλείας μπορούν να επιλυθούν με παρόμοιους τρόπους. Ωστόσο, και οι δύο τεχνολογίες μπορεί να πέσουν θύμα επιθέσεων DoS χρησιμοποιώντας πόρους όπως το bluetooth ή το Wi-Fi, Αν και οι εφαρμογές Android είναι εξαιρετικά προσαρμόσιμες, αυξάνει επίσης τον κίνδυνο ακούσιας χρήσης πόρων ή ακούσιων εγκαταστάσεων. Επομένως, οι χρήστες πρέπει να γνωρίζουν τέτοιες κακόβουλες δραστηριότητες που μπορούν να μειώσουν τους κινδύνους παραβίασης της ασφάλειας.

2.1.2 SDK

Το SDK [5] είναι ένα κιτ ανάπτυξης λογισμικού είναι μια συλλογή εργαλείων ανάπτυξης λογισμικού σε ένα πακέτο με δυνατότητα εγκατάστασης. Διευκολύνουν τη δημιουργία εφαρμογών διαθέτοντας μεταγλωττιστή, εντοπισμό σφαλμάτων και μερικές φορές πλαίσιο λογισμικού. Συνήθως αφορούν μια πλατφόρμα υλικού και συνδυασμό λειτουργικού συστήματος, για να δημιουργήσετε εφαρμογές με προηγμένες λειτουργίες, όπως διαφημίσεις, ειδοποιήσεις push, κ.λπ. Οι περισσότεροι προγραμματιστές λογισμικού εφαρμογών χρησιμοποιούν συγκεκριμένα κιτ ανάπτυξης λογισμικού.

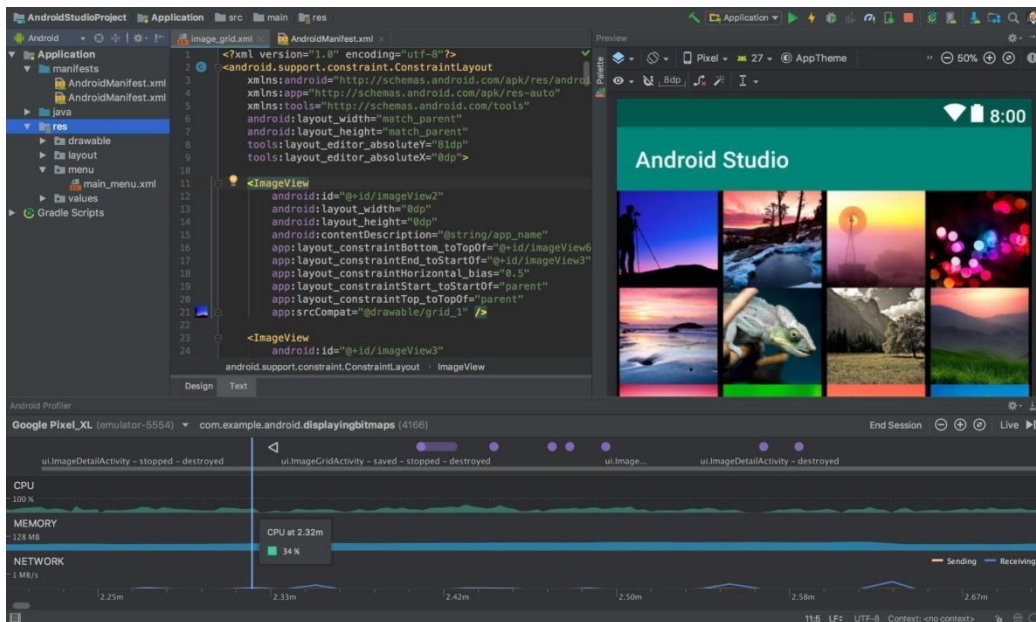
Ορισμένα SDK απαιτούνται για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής στη συγκεκριμένη πλατφόρμα. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη μιας εφαρμογής Android στην πλατφόρμα Java απαιτεί ένα κιτ ανάπτυξης Java (JDK). Για εφαρμογές iOS απαιτείται το iOS SDK. Για την πλατφόρμα των Windows μπορεί να χρησιμοποιηθεί το .NET Framework SDK. Υπάρχουν επίσης SDK που προσθέτουν λειτουργίες και μπορούν να εγκατασταθούν σε εφαρμογές για να παρέχουν πιο αναλυτικά στοιχεία και δεδομένα σχετικά με τη δραστηριότητα εφαρμογών.

Η χρήση SDK ξεκίνησε από 2010 σε Android 2.3 και API Level 9. Σήμερα είμαστε Android 12 και API Level 31.

2.1.3 Android Studio

Το Android Studio [3] είναι το επίσημο ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) για την ανάπτυξη εφαρμογών Android, με βάση το IntelliJ IDEA. Εκτός από τα ισχυρά εργαλεία επεξεργασίας κώδικα και προγραμματιστών της IntelliJ, το Android Studio προσφέρει ακόμη περισσότερες δυνατότητες που ενισχύουν την παραγωγικότητά σας κατά τη δημιουργία εφαρμογών Android, όπως:

- Είναι ένα ευέλικτο σύστημα κατασκευής που βασίζεται σε Gradle
Το Gradle είναι ένα εργαλείο κατασκευής για ανάπτυξη λογισμικού πολλών γλωσσών. Ελέγχει τη διαδικασία ανάπτυξης στις εργασίες συλλογής και συσκευασίας από τη δοκιμή, την ανάπτυξη έως και τη δημοσίευση. Οι υποστηριζόμενες γλώσσες περιλαμβάνουν Java (καθώς και Kotlin, Groovy, Scala), C/C++ και JavaScript. Συλλέγει επίσης στατιστικά δεδομένα σχετικά με τη χρήση βιβλιοθηκών λογισμικού σε όλο τον κόσμο.
- Ένας γρήγορος και πλούσιος εξομοιωτής
- Ένα ενοποιημένο περιβάλλον όπου μπορεί να αναπτύχθει για όλες τις συσκευές Android
- Για να εφαρμόζονται και να προωθούνται αλλαγές στον κώδικα και στους πόρους της εφαρμογής που εκτελείται χωρίς να κάνετε επανεκκίνηση της εφαρμογής σας
- Πρότυπο κώδικα για ενσωμάτωση GitHub που βοηθούν στη δημιουργία κοινών λειτουργιών των εφαρμογών καθώς και την εισαγωγή κώδικα
- Εκτεταμένα εργαλεία και πλαίσια δοκιμών
- Εργαλεία Lint για να εντοπίσετε την απόδοση, τη χρηστικότητα, τη συμβατότητα έκδοσης και άλλα προβλήματα
- Υποστήριξη C++ και NDK
- Ενσωματωμένη υποστήριξη για την πλατφόρμα Google Cloud, που καθιστά εύκολη την ενσωμάτωση του Google Cloud Messaging και του App Engine



Εικόνα 2: Περιβάλλον Android Studio

2.1.4 Sql Lite

Η SQLite [6] είναι μια βιβλιοθήκη που υλοποιεί μια αυτόνομη βάση δεδομένων SQL χωρίς διακομιστές και συναλλαγές. Ο κώδικας για το SQLite είναι ελεύθερος και επομένως είναι δωρεάν για χρήση για οποιονδήποτε σκοπό, εμπορικό ή ιδιωτικό. Η SQLite είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη βάση δεδομένων στον κόσμο με περισσότερες εφαρμογές από όσες μπορούμε να μετρήσουμε, συμπεριλαμβανομένων πολλών έργων υψηλού επιπέδου.

Το SQLite είναι μια ενσωματωμένη μηχανή βάσης δεδομένων SQL. Σε αντίθεση με τις περισσότερες βάσεις δεδομένων SQL, το SQLite δεν διαθέτει ξεχωριστή διαδικασία σε διακομιστή. Το SQLite διαβάζει και γράφει απευθείας σε αρχεία του σκληρού δίσκου. Μια πλήρης βάση δεδομένων SQL με πολλαπλούς πίνακες, δείκτες, εναύσματα και προβολές, περιέχεται σε ένα ενιαίο αρχείο δίσκου. Η μορφή του αρχείου της βάσης δεδομένων είναι cross-platform - μπορείτε ελεύθερα να αντιγράψετε μια βάση δεδομένων μεταξύ των συστημάτων 32-bit και 64-bit ή μεταξύ αρχιτεκτονικών big-end και small-endian. Αυτά τα χαρακτηριστικά κάνουν το SQLite μια δημοφιλή επιλογή ως μορφή αρχείου εφαρμογής. Τα αρχεία βάσης δεδομένων SQLite είναι μια προτεινόμενη μορφή αποθήκευσης από τη Βιβλιοθήκη του Κογκρέσου των ΗΠΑ. Σκεφτείτε το SQLite όχι ως αντικατάσταση της Oracle αλλά ως αντικατάσταση του fopen()

2.1.5 Βιβλιοθήκες java και kotlin

Από την επίσημη εισαγωγή της πριν από σχεδόν ένα τέταρτο του αιώνα, η Java [7] είναι πλέον μία από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού στον κόσμο. Πιθανώς ένας από τους κύριους λόγους που συμβάλλει σε αυτό το γεγονός είναι η ανεξαρτησία της πλατφόρμας - ο κώδικας μεταγλωττίζεται σε κώδικα byte και το πρόγραμμα εκτελείται μέσω Java Virtual Machine (JVM). Αυτό παρέχει εύκολη φορητότητα μεταξύ διαφορετικών πλατφορμών λογισμικού ή υλικού. Δηλαδή μέσω μιας εικονικής μηχανής, μια εφαρμογή Java μπορεί να εκτελεστεί ανεξάρτητα από την αρχιτεκτονική ή το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποιείται από έναν υπολογιστή.

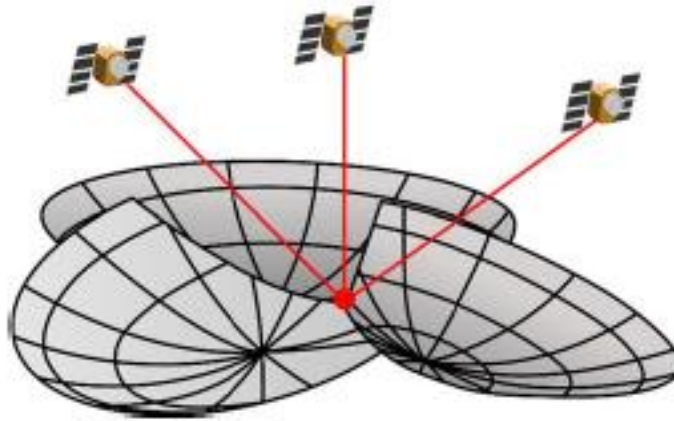
Ανάμεσα στη μεγάλη ποικιλία γλωσσών προγραμματισμού, η Java ξεχωρίζει έντονα, καθιστώντας την για αρκετές δεκαετίες, μια από τις πιο προτιμώμενες γλώσσες για προγραμματιστές. Η Kotlin [8], η οποία παρουσιάστηκε μόλις πριν από λίγα χρόνια, είναι μια από τις πολλές γλώσσες που χρησιμοποιούν την εικονική μηχανή Java, αλλά σε αυτό το σύντομο διάστημα έχει κερδίσει δημοτικότητα.

2.2 Global Positioning System (GPS)

Το NAVSTAR GPS (Navigation Satellite Timing And Ranging, Global Positioning System) ή απλά GPS [9], είναι ένα παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα προσδιορισμού θέσης. Η λειτουργία του βασίζεται σε ένα δίκτυο δορυφόρων, τοποθετημένων σε τροχιές γύρω από τη γη, οι οποίοι εκπέμπουν σήματα και κωδικοποιημένες πληροφορίες, επιτρέποντας έτσι στους δέκτες να καθορίσουν τη θέση τους.

Το σύστημα σχεδιάστηκε την δεκαετία του 1970, ενώ αναπτύχθηκε στην δεκαετία του 1980 και έγινε πλήρως επιχειρησιακό τη δεκαετία του 1990, ενώ βρίσκεται συνεχώς υπό έλεγχο του υπουργείου άμυνας των ΗΠΑ. Αρχικά σχεδιάστηκε για στρατιωτικούς σκοπούς ενώ πολύ γρήγορα η χρήση του επεκτάθηκε σε γεωδαιτικές εφαρμογές [10].

Η βασική αρχή που στηρίζεται ο προσδιορισμός της θέσης ενός σημείου στο χώρο είναι η μέτρηση τεσσάρων ψευδοαποστάσεων μεταξύ του δορυφόρου και του δέκτη - παρατηρητή. Η μέτρηση του σήματος στο δέκτη ταυτίζεται με τη μέτρηση της απόστασης μεταξύ δέκτη δορυφόρου. Έτσι με την ταυτόχρονη παρατήρηση των αποστάσεων ως προς τέσσερις δορυφόρους τουλάχιστον, γίνεται εφικτός ο προσδιορισμός της θέσης του δέκτη στην επιφάνεια της γης με μία στιγμιαία ακρίβεια της τάξης των 10 μέτρων. Για το λόγο αυτό η σχεδίαση των τροχιών των δορυφόρων έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η παρατήρηση τουλάχιστον τεσσάρων δορυφόρων από οποιοδήποτε σημεία της γης για κάθε χρονική στιγμή.



Εικόνα 3: Προσδιορισμός σημείου άγνωστων συντεταγμένων με απόλυτο προσδιορισμό θέσης

Για τον προσδιορισμό ενός σημείου αγνώστων συντεταγμένων στο χώρο αρκούν μετρήσεις αποστάσεων από τρία γνωστά σημεία (οπισθοτομία στο χώρο, όπου οι θέσεις των δορυφόρων λαμβάνονται σαν γνωστά σημεία), άρα θα αρκούσαν τρεις δορυφόροι για τον προσδιορισμό της θέσης ενός σημείου στο σύστημα αναφοράς των δορυφόρων. Επειδή όμως τα ρολόγια των δορυφόρων και των δεικτών δεν είναι ποτέ τέλεια συγχρονισμένα μεταξύ τους υπάρχουν πάντοτε σφάλματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Έτσι στο πρόβλημα του απόλυτου προσδιορισμού θέσης υπεισέρχεται μια επιπλέον άγνωστη παράμετρος, η διόρθωση του χρόνου του δέκτη ως προς την κλίμακα του GPS, με αποτέλεσμα να υπάρχουν συνολικά τέσσερις άγνωστες παράμετροι. Για το λόγο αυτό απαιτούνται παρατηρήσεις προς τουλάχιστον τέσσερις δορυφόρους και αυτή είναι και η βασική αρχή στην οποία στηρίχθηκε ο σχεδιασμός του συστήματος GPS.

Τα πλεονεκτήματα του GPS έναντι άλλων προγενέστερων μεθόδων μέτρησης είναι:

- Δίνει απευθείας τη θέση ενός σημείου στη γήινη επιφάνεια, οπότε μπορούμε να γνωρίζουμε κάθε χρονική στιγμή τις συντεταγμένες μας ως προς το σύστημα αναφοράς του GPS.
- Μπορεί να λειτουργεί σε όλες τις καιρικές συνθήκες.
- Δεν απαιτείται αμοιβαία ορατότητα μεταξύ των σημείων παρατήρησης. Απαιτείται ανοιχτός ορίζοντας προς τους δορυφόρους.
- Υπάρχει η δυνατότητα συνεργασίας και με άλλα συστήματα προσδιορισμού θέσης (π.χ. αδρανειακά)
- Έχει ελάχιστες απαιτήσεις σε ανθρώπινο δυναμικό καθώς από την στιγμή που ενεργοποιηθεί ο δέκτης και αρχίσει να μετρά δεν χρειάζεται επίβλεψη.

Τα μειονεκτήματα του GPS έναντι άλλων προγενέστερων μεθόδων μέτρησης είναι:

- Επειδή απαιτεί ανοιχτό ορίζοντα για την επικοινωνία του με δορυφόρους, περιορίζεται η χρήση του σε αστικές και πυκνοκατοικημένες περιοχές.

- Η μείωση της ακρίβειας του συστήματος και η εισαγωγή σφαλμάτων, από πλευράς των ΗΠΑ, κατά χρονικά διαστήματα, λόγω του στρατιωτικού χαρακτήρα του συστήματος δεν εγγυώνται την απρόσκοπτη λειτουργία του, κάτι όμως που την τελευταία δεκαετία δεν εμφανίζεται πλέον.

2.2.1 Ορισμός GPS SPS

Ο Ορισμός GPS SPS (GPS Standard Positioning Service) ορίζεται ως εξής:

«Το SPS είναι μια υπηρεσία εντοπισμού θέσης και χρονισμού που είναι διαθέσιμη για ειρηνική αστική, εμπορική και επιστημονική χρήση. Περιλαμβάνει το σήμα C/A-code, τα σήματα CM/CL-code και το I5-code/Q5-κωδικών σημάτων. Το σήμα του κωδικού C/A μεταδίδεται από όλους τους δορυφόρους και περιλαμβάνει έναν φορέα L1 που διαμορφώνεται από ένα σήμα χονδρικής/απόκτησης (C/A) εύρους κωδικού με παλαιού τύπου πλοήγηση (LNAV) μήνυμα δεδομένων. Τα σήματα του κώδικα CM και του κώδικα CL μεταδίδονται από ορισμένους δορυφόρους και περιλαμβάνουν έναν φορέα L2 που διαμορφώνεται και από ένα αστικό σήμα εύρους κωδικού μέτριου μήκους (CM) με ένα μήνυμα δεδομένων πολιτικής πλοήγησης (CNAV) και ένα σήμα εμβέλειας κωδικού μεγάλου μήκους (CL) χωρίς ένα μήνυμα δεδομένων. Τα σήματα του κωδικού I5 και του κωδικού Q5 μεταδίδονται από ορισμένους δορυφόρους και περιλαμβάνουν έναν φορέα L5 που διαμορφώνεται και από ένα αστικό σήμα εύρους κωδικού εντός φάσης (I5) με ένα CNAV μήνυμα δεδομένων και ένα σήμα εμβέλειας κωδικού αστικής τετραγωνικής φάσης (Q5) χωρίς μήνυμα δεδομένων».

2.2.2 Συμβατότητα SPS

Το SPS είναι, και θα συνεχίσει να είναι, χρονολογικά συμβατό προς τα πίσω. Παρόλο που το SPS SIS εξελίσσεται με την πάροδο του χρόνου, ο υπάρχων εξοπλισμός λήψης SPS συνεχίζει να έχει την ίδια απόδοση ή είναι καλύτερο από ότι ελήφθη στο παρελθόν.

Το ορόσημο αποτελεσματικότητας για τη συμβατότητα προς τα πίσω είναι η δήλωση αρχικής επιχειρησιακής ικανότητας (IOC). Η IOC για το τμήμα κωδικού L1 C/A του SPS SIS δηλώθηκε στις 8 Δεκεμβρίου 1993. Η πρώτη έκδοση αυτού του SPS PS εκδόθηκε την ίδια ημέρα για να ορίσει την αρχική επιχειρησιακή δυνατότητες του τμήματος C/A-code του SPS SIS. Εξοπλισμός λήψης SPS που ήταν συμβατό με το σχετικό Έγγραφο Ελέγχου Διασύνδεσης SIS / Προδιαγραφή διεπαφής (ICD/IS)

Η ισχύς κατά την ημερομηνία αυτή δόθηκε με σήματα κωδικού C/A που πληρούσαν τις δεσμεύσεις απόδοσης σε εκείνη την πρώτη έκδοση του SPS PS. Εάν οποιοσδήποτε εξοπλισμός λήψης SPS από το 1993 εξακολουθεί να λειτουργεί, σήμερα αυτός ο εξοπλισμός εξακολουθεί να λαμβάνει σήματα C/A-code συμβατά με ICD τα οποία πληρούν ή υπερβαίνουν το δεσμεύσεις απόδοσης σε εκείνη την πρώτη έκδοση του SPS PS.

Η συμβατότητα SPS SIS χρονικά, φαίνεται στον Πίνακα 1 .

Ημ/νία	Ορισμός SIS	SIS ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	Ορόσημο
1993	ICD-GPS-200C	1 ^η έκδοση προδιαγραφών σήματος SPS	C/A-Code IOC
1995		2 ^η έκδοση προδιαγραφών σήματος SPS	C/A-Code FOC
2001		3 ^η έκδοση πρότυπου απόδοσης SPS	SA Discontinued (διακοπή)
2004	IS-GPS200D		
2008		4 ^η έκδοση πρότυπου απόδοσης SPS	GPS Modernization (εκσυγχρονισμός)
2010	IS-GPS-200E		
2011	IS-GPS-200F		
2012	IS-GPS-200G		
2013	IS-GPS-200H		
2018		5 ^η έκδοση πρότυπου απόδοσης SPS	CM, CL, I5, Q5, Introduced (εισαγωγή)

Πίνακας 1: SPS SIS Συμβατότητα

2.2.3 Ακρίβεια GPS

Η κυβέρνηση των Η.Π.Α έχει δεσμευτεί να παρέχει GPS στα επίπεδα ακρίβειας που καθορίζονται στο πρότυπο απόδοσης της υπηρεσίας τυπικής θέσης GPS (SPS).

Οι δεσμεύσεις για την ακρίβεια, δεν ισχύουν για συσκευές GPS, αλλά για τα σήματα που μεταδίδονται από το διάστημα. Για παράδειγμα, η κυβέρνηση των ΗΠΑ δεσμεύεται να εκπέμπει το σήμα GPS στο διάστημα με ημερήσιο παγκόσμιο μέσο σφάλμα εύρους χρηστών (URE) $\leq 2,0$ m (6,6 πόδια), με 95% πιθανότητα, σε όλους τους «υγιείς» δορυφόρους σε υποδοχές αστερισμών. Η πραγματική απόδοση είναι συνήθως πολύ καλύτερη. Στις 20 Απριλίου 2021, ο παγκόσμιος μέσος όρος URE σε όλους τους δορυφόρους ήταν $\leq 0,643$ m (2,1 πόδια), το 95% του χρόνου.

Για να είμαστε σαφείς, το URE δεν είναι ακρίβεια χρήστη. Η ακρίβεια του χρήστη εξαρτάται από έναν συνδυασμό δορυφορικής γεωμετρίας, URE και τοπικών παραγόντων όπως το μπλοκάρισμα του σήματος, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά/ποιότητα σχεδιασμού του δέκτη.

Τίθεται το ερώτημα: Είναι το στρατιωτικό GPS πιο ακριβές από το πολιτικό GPS;

Το σφάλμα εύρους χρήστη (URE) των σημάτων GPS στο διάστημα είναι στην πραγματικότητα το ίδιο για τις πολιτικές και στρατιωτικές υπηρεσίες GPS. Ωστόσο, οι περισσότερες από τις σημερινές μη

στρατιωτικές συσκευές χρησιμοποιούν μόνο μία συχνότητα GPS, ενώ οι στρατιωτικοί δέκτες χρησιμοποιούν δύο.

Η χρήση δύο συχνοτήτων GPS βελτιώνει την ακρίβεια διορθώνοντας τις παραμορφώσεις του σήματος που προκαλούνται από την ατμόσφαιρα της Γης. Ο εξοπλισμός GPS διπλής συχνότητας διατίθεται στο εμπόριο για μη στρατιωτική χρήση, αλλά το κόστος και το μέγεθός του τον έχουν περιορίσει σε επαγγελματικές εφαρμογές.

Οι δορυφόροι GPS εκπέμπουν τα σήματα τους στο διάστημα με συγκεκριμένη ακρίβεια, αλλά αυτό που λαμβάνετε εξαρτάται από πρόσθετους παράγοντες, όπως η γεωμετρία του δορυφόρου, το μπλοκάρισμα του σήματος, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά/ποιότητα σχεδιασμού του δέκτη.

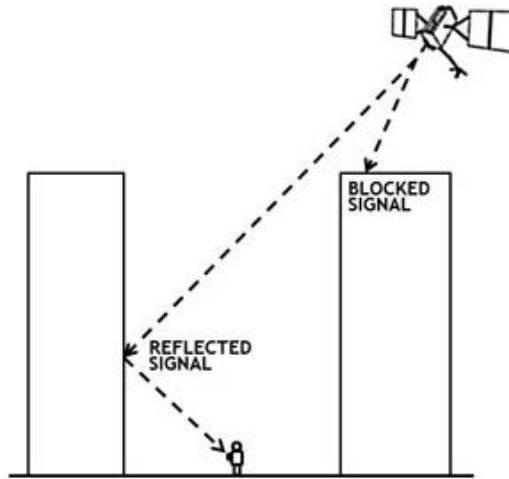
Για παράδειγμα, τα smartphome με δυνατότητα GPS είναι συνήθως ακριβή σε ακτίνα 4,9 μέτρων (16 πόδια) κάτω από τον ανοιχτό ουρανό (ION.ORG) [11]. Ωστόσο, η ακρίβειά τους χειροτερεύει κοντά σε κτίρια, γέφυρες και δέντρα.

Οι χρήστες που απαιτούν υψηλών προδιαγραφών ακρίβεια ενισχύουν την ακρίβεια GPS με δέκτες διπλής συχνότητας ή και συστήματα αύξησης. Αυτά μπορούν να επιτρέψουν τον εντοπισμό θέσης σε πραγματικό χρόνο μέσα σε λίγα εκατοστά και μακροπρόθεσμες μετρήσεις ακόμα και σε επίπεδο χιλιοστών.

2.2.4 Αστοχία GPS

Πολλά πράγματα μπορούν να υποβαθμίσουν την ακρίβεια εντοπισμού θέσης GPS. Οι κοινές αιτίες περιλαμβάνουν:

- Απόφραξη δορυφορικού σήματος λόγω κτιρίων, γεφυρών, δέντρων κ.λπ.
- Εσωτερική ή υπόγεια χρήση
- Σήματα που αντανακλώνται από κτίρια ή τοίχους («πολυδρομικός»)



Εικόνα 4: Αντανάκλαση σήματος GPS

Αιτίες που μπορεί να αλλοιώσουν το σήμα είναι:

- Παρεμβολή ή εμπλοκή ραδιοφώνου
- Μεγάλες ηλιακές καταιγίδες
- Δορυφορική συντήρηση, ελιγμοί που δημιουργούν προσωρινά κενά στην κάλυψη
- Ακατάλληλα σχεδιασμένες συσκευές που δεν συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές διεπαφής GPS
- Σε πολλές περιπτώσεις, το υλικό GPS μιας συσκευής λειτουργεί καλά, αλλά το λογισμικό χαρτογράφησης είναι ελαττωματικό.

Για παράδειγμα, οι χρήστες συχνά παραπλανούνται από:

- Λανθασμένα σχεδιασμένοι χάρτες
- Επιχειρήσεις με εσφαλμένη σήμανση και άλλα σημεία ενδιαφέροντος
- Λείπουν δρόμοι, κτίρια, κοινότητες κ.λπ.
- Λανθασμένες εκτιμήσεις διευθύνσεις οδών
- Η κυβέρνηση των ΗΠΑ δεν μπορεί να διορθώσει τα σφάλματα χαρτογράφησης σε λάθη που υπάρχουν στις συσκευές.

2.3 Χάρτες Google (Google maps)

Η εταιρεία Google ανακήρυξε μια δωρεάν υπηρεσία χαρτών Ιστού Google Map [12] το 2005. Οι Χάρτες Google μπορούν να εμφανίζουν εικόνες χάρτη, τοπογραφικούς χάρτες, δορυφορικές εικόνες και μπορούν να επιτύχουν μία αναζήτηση τοποθεσίας παγκοσμίως, πρόσβαση σε ταξινομημένες πληροφορίες, ερωτήματα σε σχέση με την κυκλοφορία και στιγμιαία ενημέρωση, γραμμές

κατευθύνσεων οδήγησης και ακόμη τρισδιάστατο μοντέλο δρόμου. Εκτός από αυτό, η Google παρέχει επίσης API στους χρήστες για δευτερεύουσα ανάπτυξη.

Επιπλέον, με την ανάπτυξη της κινητής επικοινωνίας και τη δημοτικότητα των χρηστών κινητών τηλεφώνων, το κινητό τηλέφωνο έχει γίνει ένα από τα κύρια μέσα απόκτησης πληροφοριών. Αυτό καθιστά δυνατό τον συνδυασμό της τεχνολογίας κινητής επικοινωνίας και του χάρτη Google και του GPS. Τώρα σχεδόν όλα τα κινητά τηλέφωνα υποστηρίζουν το J2ME και τα αναπτυγμένα προγράμματα που βασίζονται στην JAVA έχουν καλύτερη φορητότητα και συμβατότητα συστήματος, γεγονός που μειώνει σημαντικά το κόστος ανάπτυξης εφαρμογών για κινητά.

2.3.1 Τεχνολογία API Χαρτών Google

Το Google Maps API [13] έχει αναπτυχθεί από την Google και χρησιμοποιείται για την ενσωμάτωση των Χαρτών Google σε μια εφαρμογή που δεν έχει κατασκευαστεί από την Google. Το Google Maps API είναι μια βιβλιοθήκη με τη μορφή javascript που είναι χρήσιμη για την τροποποίηση υπαρχόντων χαρτών στους Χάρτες Google όπως απαιτείται. Κατά την ανάπτυξή του, δόθηκε στο Google Maps API η δυνατότητα λήψης στατικών εικόνων χαρτών. Το Google Maps API είναι δωρεάν για το κοινό.

Η αδυναμία στο API των Χαρτών Google είναι ότι εάν θέλετε να αποκτήσετε πρόσβαση πρέπει να υπάρχει υπηρεσία Διαδικτύου στη χρησιμοποιούμενη συσκευή. Ενώ τα πλεονεκτήματα που υπάρχουν στο API Χαρτών Google υποστηρίζονται πλήρως από την Google, έτσι ώστε να είναι εγγυημένη και να ποικίλλουν τα χαρακτηριστικά που υπάρχουν στο API Χαρτών Google. Πολλοί προγραμματιστές χρησιμοποιούν το API Χαρτών Google, επομένως είναι εύκολο να βρεθούν αναφορές στην ανάπτυξη εφαρμογών.

Πολλές εφαρμογές παγκοσμίως έχουν βασιστεί στη χρήση των Χαρτών Google και της προγραμματιζόμενης διεπαφής εφαρμογών (API). Οι δυνατότητες και οι υπηρεσίες που παρέχονται από την Google, όπως η τροποποίηση και η ανάπτυξη όπως απαιτείται από τους προγραμματιστές, καθώς και η εύκολη διαχείριση από τον χρήστη, θα διευκολύνει την υλοποίηση διαφορετικών εφαρμογών που πρέπει να καθορίσουν τις γεωγραφικές τοποθεσίες και τις διαδρομές στον χάρτη. Έργα ελέγχου και υπηρεσίες παρακολούθησης για μεγάλες διαστημικές περιοχές τείνουν στην τεχνολογία των Χαρτών Google, την οποία οι Χάρτες Google είναι μία από τις εφαρμογές στην κατηγορία GIS που καθορίζει τοποθεσίες μέσω συντεταγμένων (γεωγραφικό πλάτος και μήκος).[14]

Οι Χάρτες Google παρέχουν μια προγραμματιζόμενη διεπαφή (API) με πολλές δυνατότητες παροχών ανοικτού κώδικα για την ανάπτυξη εφαρμογών χαρτών, έτσι ώστε η εφαρμογή που δημιουργείται να συνδέεται εύκολα με τα περιεχόμενα των ιστοσελίδων και ευκολία χρήσης από τον χρήστη χωρίς να χρειάζεται λογισμικό ή βοηθητικές εφαρμογές.

Η διεπαφή (API) των Χαρτών Google έχει γίνει μια από τις πιο σημαντικές εφαρμογές χαρτών που βασίζονται στην κατασκευή υπηρεσιών τοποθεσίας, ειδικά βασιζόμενες στις τοπικές ιδιωτικές επικαλύψεις βάσης δεδομένων που διαμορφώνονται για την ανάπτυξη της νέας εφαρμογής.

2.3.2 Επικαλύψεις

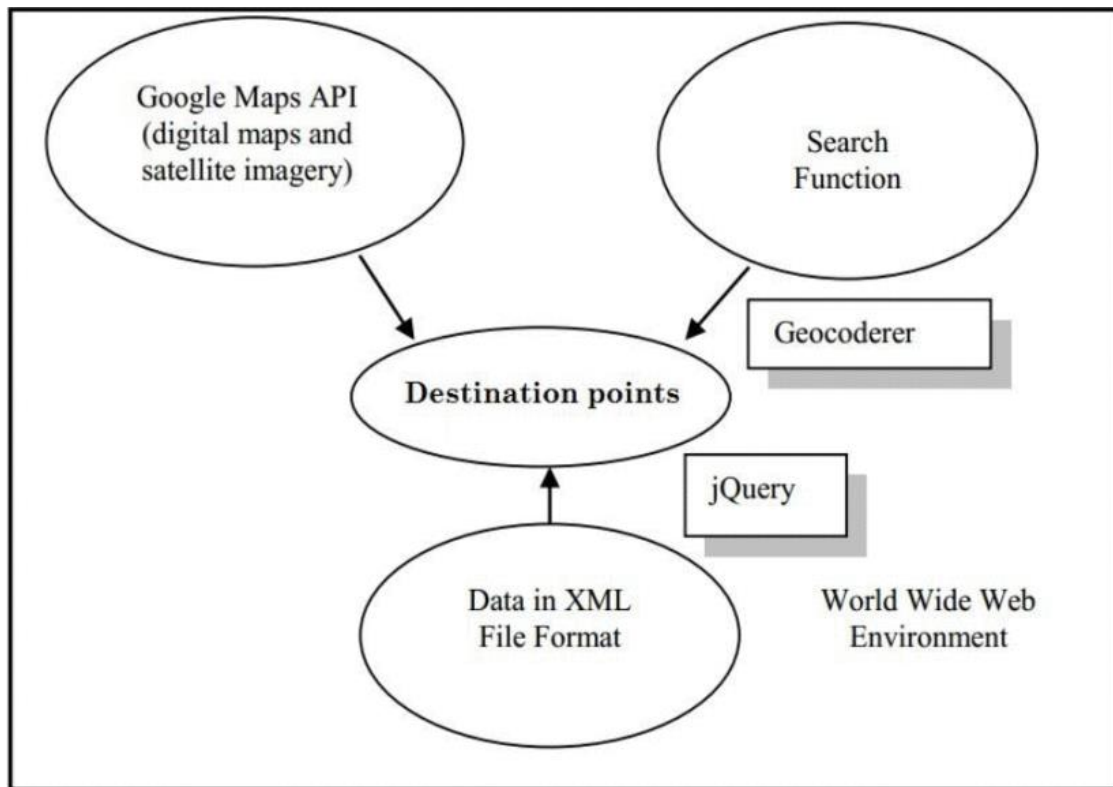
Τρεις τύποι χωρικών δεδομένων μπορούν να επικαλυφθούν στους Χάρτες Google, όπως σημείο, γραμμή και πολύγωνο, τα οποία ονομάζονται δείκτες, πολύγραμμες και πολύγωνα στην ορολογία του Χάρτη Google, ενώ είναι επίσης δυνατές και επικαλύψεις εικόνων.

Για τον προσδιορισμό των τοποθεσιών χρησιμοποιούνται γεωγραφικές συντεταγμένες (γεωγραφικό μήκος και πλάτος) που μπορούν να επικαλύπτουν πολλαπλούς τύπους χωρικών δεδομένων στους Χάρτες Google, όπως κείμενα και μικρά βίντεο.

Χρησιμοποιούνται οι συντεταγμένες γεωγραφικής θέσης (γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος), όπου κάθε σημείο του χάρτη έχει τις δικές του συντεταγμένες που πρέπει να καθοριστούν, επομένως η λειτουργία του χάρτη θα εξαρτηθεί από τις συντεταγμένες και τον τρόπο που καλούνται αυτές οι συντεταγμένες προκειμένου να προσαρμοστεί η διεπαφή να ελέγξει τα σημεία στο χάρτη.

Ο παγκόσμιος διακομιστής είναι ο πάροχος ειδικών πληροφοριών στις συντεταγμένες των τοποθεσιών, όπου η Google βασίζεται σε έναν δικό της διακομιστή και επομένως τα δεδομένα θα αποστέλλονται απευθείας με τον διακομιστή. Εάν η ανάπτυξη μιας νέας εφαρμογής που βασίζεται στους χάρτες Google, είναι δυνατό να βασίζεται και σε ένα διακομιστή δεδομένων για την παροχή υπηρεσιών όπως απαιτείται, εκτός από τον παγκόσμιο διακομιστή.

Το Σχήμα 1, δείχνει πώς καλούνται οι συντεταγμένες και πώς αποθηκεύονται στο αρχείο XML, το οποίο απαιτείται για την κλήση των συντεταγμένων μέσω του JQuery και το Διαδίκτυο που είναι διαθέσιμο στον διακομιστή. Η πρόσβαση στο αρχείο XML να ανακτήσει τις συντεταγμένες και να δώσει την απάντηση στο αίτημα που ελήφθη μέσω της αναζήτησης, θα χρειαστεί να μοιραστεί τις διαδικασίες λογισμικού και τη βάση δεδομένων για να ολοκληρωθεί σωστά.



Σχήμα 1: Διάγραμμα ανάκτησης δεδομένων

2.4 Γλώσσα προγραμματισμού PYTHON

Η Python [15] είναι μια εύκολη στην εκμάθηση, ισχυρή γλώσσα προγραμματισμού. Διαθέτει αποτελεσματικές δομές δεδομένων υψηλού επιπέδου και μια απλή αλλά αποτελεσματική προσέγγιση στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό. Η σύνταξη και η δυναμική της Python, σε συνδυασμό με την ερμηνευτική φύση της, την καθιστούν ιδανική γλώσσα για scripting για γρήγορη ανάπτυξη εφαρμογών σε πολλούς τομείς στις περισσότερες πλατφόρμες.

Ο «διερμηνέας» της Python και η εκτεταμένη βιβλιοθήκη είναι ελεύθερα διαθέσιμα για όλες τις μεγάλες πλατφόρμες από τον ιστότοπο της Python. Ο ίδιος ιστότοπος περιέχει επίσης διανομές και δείκτες σε πολλές δωρεάν λειτουργικές μονάδες Python τρίτων, προγράμματα και εργαλεία, καθώς και πρόσθετη τεκμηρίωση.

Ο «διερμηνέας» Python επεκτείνεται εύκολα με νέες συναρτήσεις και τύπους δεδομένων που υλοποιούνται σε C ή C++ (ή άλλες γλώσσες που μπορούν να καλούνται από C). Η Python είναι επίσης κατάλληλη ως γλώσσα επέκτασης για προσαρμόσιμες εφαρμογές.

Η μεγάλη τυπική βιβλιοθήκη της Python παρέχει εργαλεία κατάλληλα για πολλές εργασίες και συνήθως αναφέρεται ως ένα από τα δυνατά σημεία της. Για εφαρμογές που έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο, υποστηρίζονται πολλές τυπικές μορφές και πρωτόκολλα όπως MIME και HTTP. Περιλαμβάνει

ενότητες για τη δημιουργία γραφικών διεπαφών χρήστη, σύνδεση με σχεσιακές βάσεις δεδομένων, δημιουργία ψευδοτυχαίων αριθμών, αριθμητική με αυθαίρετα δεκαδικά ψηφία, χειρισμό κανονικών εκφράσεων.

Από τον Ιανουάριο του 2022, το Python Package Index (PyPI), το επίσημο αποθετήριο για λογισμικό τρίτων κατασκευαστών Python, περιέχει πάνω από 350.000 πακέτα με ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών, όπως:

- Automation
- Data analytics
- Databases
- Documentation
- Graphical user interfaces
- Image processing
- Machine learning
- Mobile apps
- Multimedia
- Computer networking
- Scientific computing
- System administration
- Test frameworks
- Text processing
- Web frameworks
- Web scraping

3

3. Μηχανική μάθηση

Σε αυτό το κεφάλαιο θα κάνουμε μία απλή αναφορά στην μηχανική μάθηση (Machine Learning) που αναπτύχθηκε στην αναγνώριση των προτύπων και στην τεχνική νοημοσύνη. Στη συνέχεια στα νευρωνικά δίκτυα, τον τρόπο που μπορούμε να εκπαιδεύσουμε ένα νευρωνικό δίκτυο, τα δέντρα αποφάσεων και στα συνελκτικά δίκτυα. Στη συνέχεια ακολουθεί η αρχιτεκτονική των συνελκτικών δικτύων, την εκμάθηση, τον καθορισμό των επιπέδων του συνελκτικών δικτύων, τα στρώματα εκπαίδευσης και τα πρότυπα στρώματα εξόδων που χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση. Τέλος υπάρχουν και οι βιβλιοθήκες που βοήθησαν στην υλοποίηση του μοντέλου [2] [16] [17].

3.1 Τι είναι τα νευρωνικά δίκτυα

Τα νευρωνικά δίκτυα (neural nets) αποτελούν σχετικά νέα εποχή στις φυσικές επιστήμες και έχουν αναπτυχθεί μόνο κατά τα τελευταία χρόνια. Η μεγάλη ανάπτυξη που έχει παρατηρηθεί από τους επιστήμονες που ασχολούνται με αυτά τα θέματα και από τα σημαντικά επιτεύγματα που έχουν συμβάλει στο να γίνουν γνωστά σε ένα ευρύτερο κύκλο.

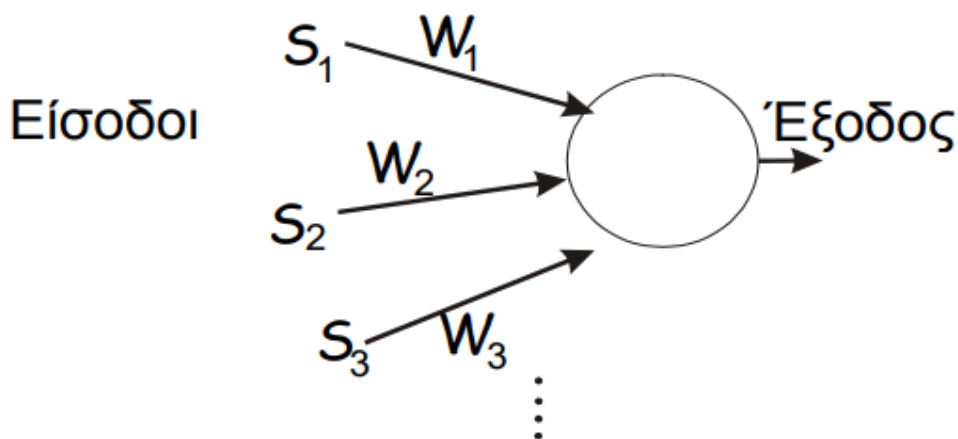
Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι ότι οι πρώτες αρχές και λειτουργίες τους βασίζονται στο νευρικό σύστημα των ζώων οργανισμών (φυσικά του ανθρώπου), αλλά η μελέτη και η χρήση τους έχει προχωρήσει πολύ πέρα από τους βιολογικούς οργανισμούς και σήμερα τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για να λύσουν κάθε είδους προβλήματα με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η φιλοσοφία τους όμως είναι διαφορετική από τον τρόπο με τον οποίο δουλεύουν οι κλασσικοί υπολογιστές. Η λειτουργία τους προσπαθεί να συνδυάσει τον τρόπο σκέψης τους ανθρώπινου εγκεφάλου με τον αφηρημένο μαθηματικό τρόπο σκέψης. Έτσι τα νευρωνικά δίκτυα χρησιμοποιούμε ιδέες όπως π.χ. ένα δίκτυο μαθαίνει και εκπαιδεύεται, θυμάται ή ξεχνά μια αριθμητική τιμή κλπ., πράγματα που μέχρι τώρα τα αποδίδουμε μόνο στην ανθρώπινη σκέψη. Αλλά βέβαια μπορούν και χρησιμοποιούν επί πλέον και περίπλοκες μαθησιακές συναρτήσεις και κάθε είδους εργαλεία από τη μαθηματική ανάλυση.

Η έμπνευση για κάθε μορφής νευρωνικό δίκτυο ξεκινά από τη βιολογία. Οι ζώντες οργανισμοί, από τους πιο απλούς μέχρι τον άνθρωπο, έχουν ένα νευρωνικό σύστημα, το οποίο είναι υπεύθυνο για μια πλειάδα από διεργασίες, όπως είναι η επαφή με τον εξωτερικό κόσμο, η μάθηση, η μνήμη κ.α. Το

νευρικό σύστημα των οργανισμών αποτελείται από πολλά νευρωνικά δίκτυα τα οποία είναι εξειδικευμένα στις διεργασίες αυτές. Η κεντρική μονάδα του νευρικού συστήματος είναι οπωσδήποτε ο εγκέφαλος ο οποίος επίσης αποτελείται από νευρωνικά δίκτυα. Κάθε νευρωνικό δίκτυο αποτελείται από ένα μεγάλο αριθμό μονάδων που λέγονται νευρώνες (neurons). Ο νευρώνας είναι η πιο μικρή ανεξάρτητη μονάδα του δικτύου όπως π.χ. το άτομο είναι η πιο μικρή μονάδα της ύλης. Οι νευρώνες συνεχώς και ασταμάτητα επεξεργάζονται πληροφορίες, παίρνοντας και στέλνοντας ηλεκτρικά σήματα σε άλλους νευρώνες [18].

3.2 Πως εκπαιδεύουμε ένα νευρωνικό δίκτυο (τεχνικό Νευρωνικό δίκτυο)

Ένα νευρωνικό δίκτυο αποτελείται από ένα αριθμό στοιχείων, τους νευρώνες. Κάθε νευρώνας έχει ένα αριθμό σημάτων που έρχονται ως είσοδος σε αυτόν, έχει κάποιες πιθανές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί και τέλος έχει μία μόνον έξοδο η οποία είναι συνάρτηση των σημάτων εισόδου, βλέπε σχήμα 2.



Σχήμα 2: Ένας νευρώνας με πολλές εισόδους, αντίστοιχα βάρη και μία έξοδο

Κάθε είσοδος έχει μία δική της τιμή βάρους και η οποία υποδηλώνει πόσο στενά είναι συνδεδεμένοι οι δύο νευρώνες που συνδέονται με το βάρος αυτό. Η τιμή συνήθως κυμαίνεται στο διάστημα από -1 έως 1. Η σημασία του βάρους είναι όπως ακριβώς είναι και ο χημικός δεσμός ανάμεσα σε δύο άτομα που απαρτίζονται από ένα μόριο. Ο δεσμός μας δείχνει πόσο δυνατά είναι συνδεδεμένα τα δύο άτομα του μορίου. Έτσι και το βάρος μας λέει πως ακριβώς συνδέονται οι δύο νευρώνες τους οποίους συνδέει.

Όταν ένας νευρώνας ενεργοποιείται, υπολογίζει μία συνάρτηση από όλα τα δεδομένα που έχει, και συγκρίνει την τιμή της συνάρτησης αυτής με μια τιμή κατωφλίου η οποία είναι χαρακτηριστική για τον νευρώνα αυτόν. Αν η τιμή της συνάρτησης είναι μεγαλύτερη από την τιμή κατωφλίου, τότε ο

νευρώνας υπολογίζει την έξοδο την οποία προωθεί ως είσοδο στον επόμενο (ή τους επόμενους) νευρώνα (νευρώνες). Κατά την διάρκεια της εκπαίδευσης το μόνο πράγμα που αλλάζει είναι οι τιμές των βαρών των συνδέσεων των νευρώνων. Οι αλλαγές στις τιμές των βαρών δεν γίνεται πάντα με τον ίδιο τρόπο, αλλά εξαρτάται σημαντικά από την μέθοδο που χρησιμοποιούμε.

Οι αλλαγές αυτές στα βάρη γίνονται με ένα από τους εξής τρεις τρόπους:

- με εποπτευόμενο τρόπο
- μη-εποπτευόμενο τρόπο, και τέλος με
- αυτο-εποπτευόμενο τρόπο.

Η εποπτευόμενη μάθηση συμβαίνει όταν ξεκινάμε με τυχαίες τιμές στις τιμές των βαρών, και δίνουμε τις τιμές των εισόδων και των στόχων που πρέπει να μάθει το δίκτυο. Κατά την διαδικασία εκπαίδευσης το δίκτυο αλλάζει τις τιμές των βαρών διορθώνοντας αυτές ανάλογα με το σφάλμα που παίρνουμε (διαφορά από τον στόχο). Στην μη-εποπτευόμενη εκπαίδευση απλώς δίνουμε την πληροφορία στο δίκτυο, χωρίς να γίνεται κανένας έλεγχος. Στην αυτο-εποπτευόμενη εκπαίδευση το δίκτυο αυτο-ελέγχει τον εαυτό του και διορθώνει τα σφάλματα στα δεδομένα με ένα μηχανισμό ανάδρασης (feedback). Σε όλες τις περιπτώσεις όταν το δίκτυο σταματάει να αλλάζει τις τιμές των βαρών, τότε θεωρούμε ότι η εκπαίδευση έχει επιτευχθεί. Αυτό συμβαίνει επειδή το λάθος στην έξοδο γίνεται μηδέν ή είναι πολύ κοντά (τείνει) στο μηδέν.

3.3 Δέντρα αποφάσεων

Τα δέντρα αποφάσεων, όπως και τα μαθηματικά μοντέλα είναι μια απλοποιημένη μορφή ενός πραγματικού προβλήματος και περιλαμβάνουν τις κυριότερες ενέργειες και γεγονότα. Εάν κατά τη διάρκεια της ανάλυσης διαπιστωθεί ότι χρειάζεται πιο λεπτομερειακή ανάπτυξη ορισμένων κλάδων, είναι δυνατό να γίνει εκ των υστέρων. Τα δέντρα αποφάσεων είναι η το αποτέλεσμα του τεμαχισμού του χώρου των δεδομένων σε ορθογώνιες περιοχές έτσι ώστε σε κάθε περιοχή να υπάρχουν πρότυπα μόνο από μία κλάση. Αυτές οι περιοχές χαρακτηρίζονται ως ομοιογενείς (homogeneous). Αν χρειάζονται περισσότερες περιοχές να τεμαχιστούν, τότε για εξοικονόμηση μνήμης μπορούμε να διακόψουμε τη διαδικασία νωρίτερα πριν γίνουν όλες οι περιοχές ομοιογενείς.

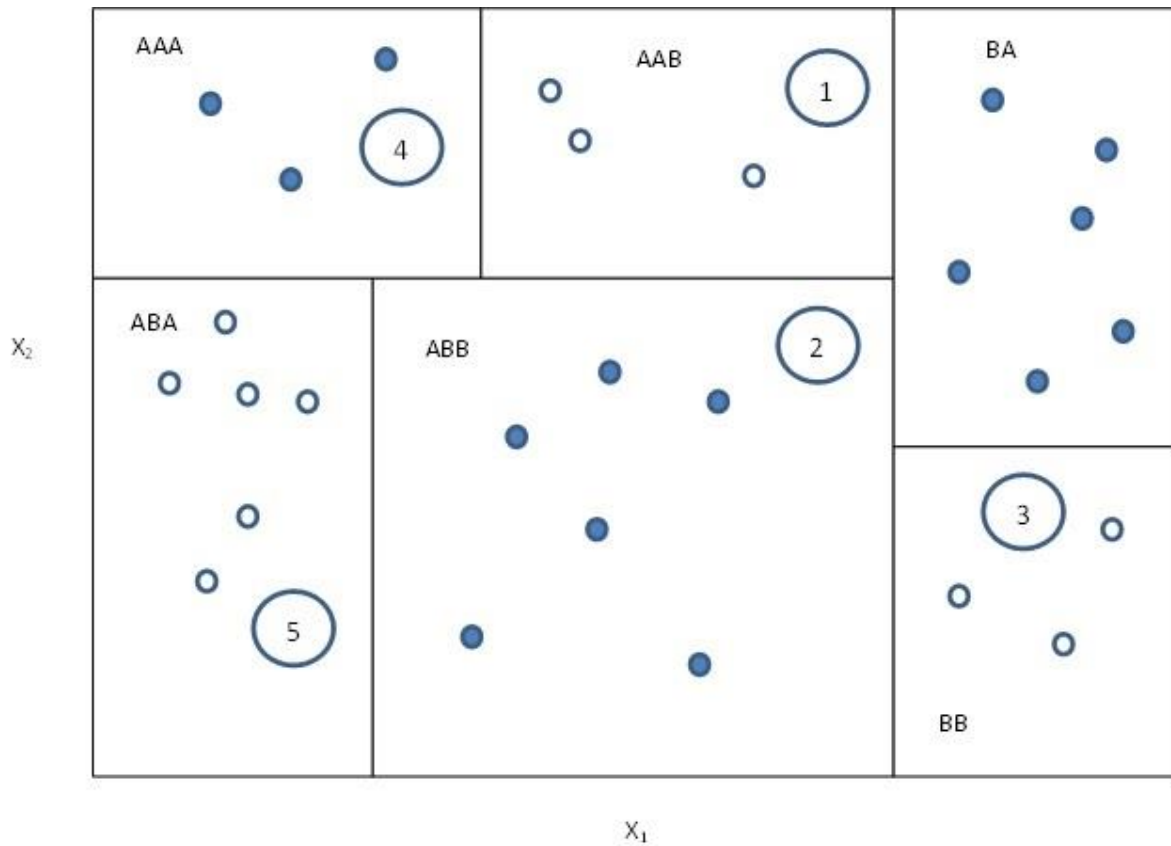
Τα βασικά πλεονεκτήματα της ανάλυσης των δέντρων αποφάσεων είναι:

- Αποτελεί τον καλύτερο τρόπο περιγραφής του προβλήματος γιατί παρουσιάζει κάθε ενέργεια (απόφαση), καθώς και τις αντίστοιχες δεδομένες εκβάσεις με σαφήνεια και απλότητα. Έτσι, έχουμε μία βάση για συζήτηση με σκοπό τη λήψη καλύτερης ποιότητας.
- Το μοντέλο του δέντρου αποφάσεων διακρίνεται για την δυνατότητα προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος. Ειδικότερα, διευκολύνει τη διενέργεια πειραματισμών ή την εκτέλεση τυχόν άλλων δραστηριοτήτων, καθώς και την προσθήκη άλλων πιθανών εκβάσεων (καταστάσεων της φύσης) κάτω από το φως νέων πληροφοριών.

- Διευκολύνει τον εντοπισμό των ευαίσθητων σημείων των διαφόρων ενεργειών (στρατηγικών) που χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή και αντιμετώπιση. Μ' αυτόν τον τρόπο συμβάλλει στην άσκηση «διοίκησης με βάση τις εξαιρέσεις».
- Βελτιώνει σημαντικά τις αναλυτικές ικανότητες της διοίκησης που αποφασίζει, καθώς και τη δυνατότητα συστηματοποίησης της σκέψης της με αποτέλεσμα να οδηγείται στη λήψη ορθολογικών αποφάσεων.
- Η τεχνική αυτή επιδέχεται επεξεργασία από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- Πρόκειται για μία τεχνική που μπορεί εύκολα να κατανοηθεί και να εφαρμοστεί σε πολλά και ποικίλα προβλήματα από οποιοδήποτε διοικητικό φορέα.
- Τα δέντρα αποφάσεων αναγκάζουν τους αναλυτές να μελετήσουν τη σειρά των αποφάσεων. Πολύ εύκολα μπορεί κάποιος να εξακριβώσει ότι μια συνθήκη δεν μπορεί να υπάρξει παρά μόνο εάν υπάρχει ήδη κάποια άλλη συνθήκη και έχει διευθετηθεί με μια απόφαση. Έτσι καθορίζουμε ακόμη και τον χρόνο και την σειρά που θα λάβει χώρα κάθε συνθήκη και θα ληφθεί κάθε απόφαση.

Τα δέντρα αποφάσεων είναι ωφέλημα τόσο για την ταξινόμηση όσο και για την παλινδρόμηση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες περιστάσεις, είτε τα χαρακτηριστικά των προτύπων είναι πραγματικοί αριθμοί είτε είναι μεταβλητές οι οποίες δεν αντιστοιχούν σε μετρήσιμα μεγέθη όπως (π.χ. χρώματα: μαύρο, άσπρο, κόκκινο, κίτρινο, μπλε, πράσινο κλπ), όπου δεν υπάρχει αντιληπτή η σειρά ταξινόμησης των τιμών από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη. Οι κύριοι αλγόριθμοι μάθησης βασίζονται στον αλγόριθμο ID3

Στο Σχήμα 3. φαίνεται η διαμέριση του χώρου των 2 διαστάσεων έτσι ώστε κάθε υποπεριοχή να περιέχει πρότυπα μόνο από μία κλάση (είτε μόνο άσπρους κύκλους είτε μόνο μπλε κύκλους)

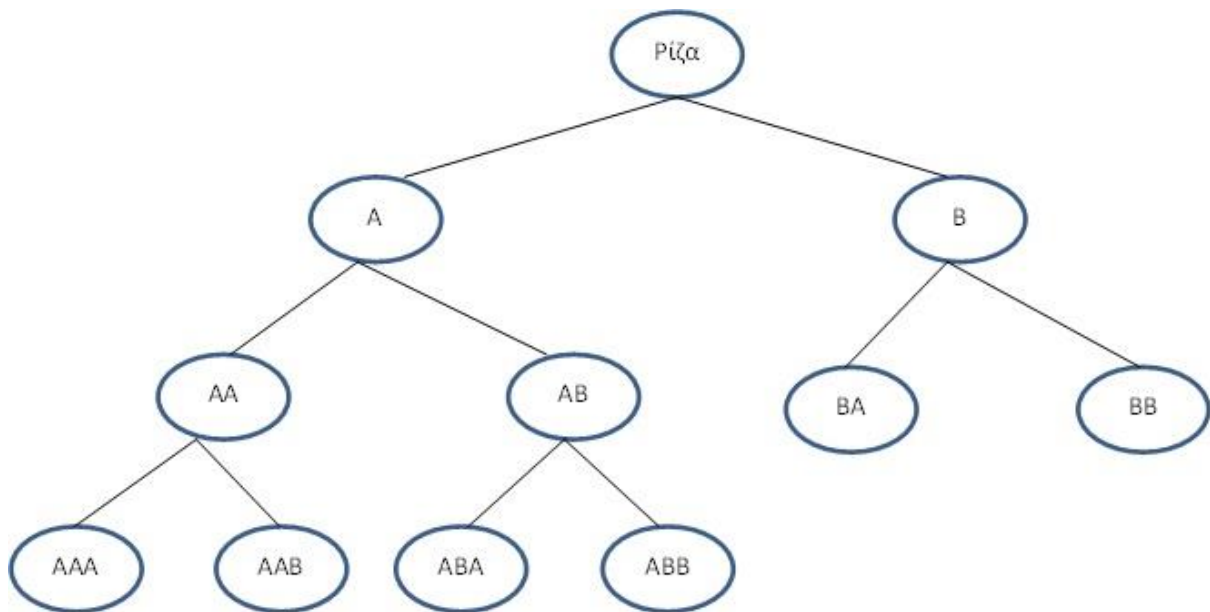


Σχήμα 3: Διαμέριση του δισδιάστατου χώρου έτσι ώστε οι περιοχές που δημιουργούνται να είναι ομοιογενείς, δηλαδή να περιέχουν πρότυπα που προέρχονται αποκλειστικά από μία κλάση [18]

Η διαμέριση του χώρου γίνεται υποχωρητικός σχηματισμός και για τον σκοπό αυτόν δημιουργείται η δομή ενός δέντρου. Χρησιμοποιώντας το παράδειγμα του Σχήματος 3 καταλήγουμε στα εξής τμήματα:

- Σαν αρχή ο χώρος αποτελεί ένα τμήμα, που είναι η ρίζα του δέντρου
- Η πρώτη γραμμή 1 χωρίζει τον χώρο στα τμήματα A (αριστερά) και B (δεξιά). Αυτές οι περιοχές είναι τα παιδιά της ρίζας του δέντρου.
- Η δεύτερη γραμμή 2 χωρίζει το τμήμα A στα τμήματα AA (πάνω) και AB (κάτω). Αυτές οι περιοχές είναι τα παιδιά του κόμβου A του δέντρου.
- Η τρίτη γραμμή 3 χωρίζει το τμήμα B στα τμήματα BA (πάνω) και BB (κάτω). Αυτές οι περιοχές είναι τα παιδιά του κόμβου B.
- Η τέταρτη γραμμή 4 χωρίζει το τμήμα AA στα τμήματα AAA (αριστερά) και AAB (δεξιά). Αυτές οι περιοχές είναι τα παιδιά του κόμβου AA.
- Και η γραμμή 5 χωρίζει το τμήμα AB στα τμήματα ABA (αριστερά) και ABB (δεξιά). Αυτές οι περιοχές είναι τα παιδιά του κόμβου AB.

Το δέντρο που αντιστοιχεί στην παραπάνω διαμέριση φαίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4: Το δέντρο που αντιστοιχεί στο παράδειγμα της διαμέρισης [18]

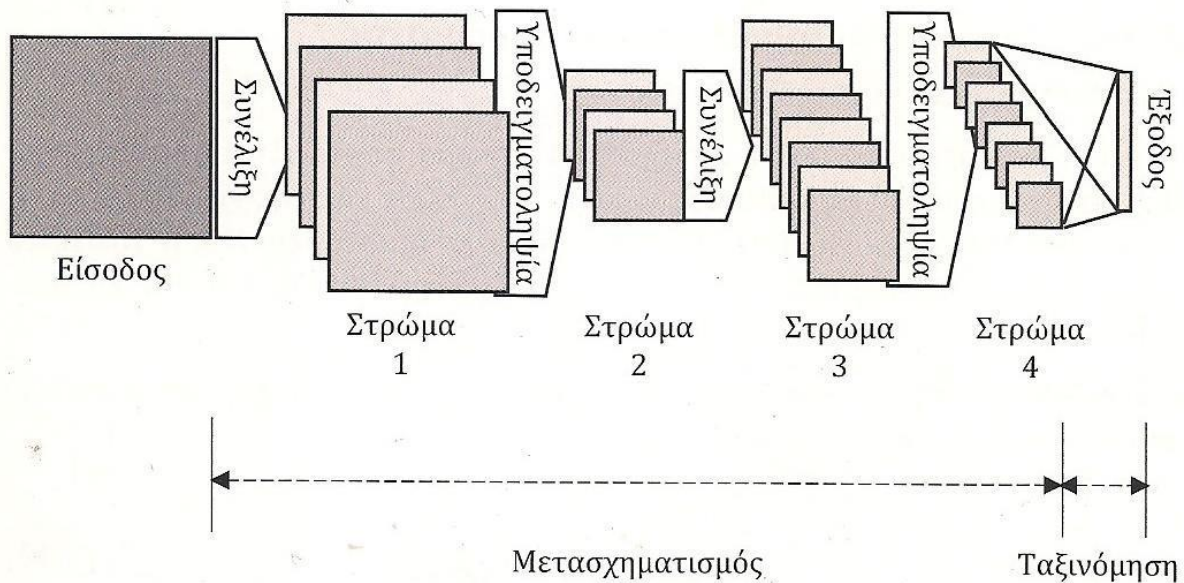
3.4 Συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα (Convolutional Neural Networks - CNN)

Τα Συνελκτικά Νευρωνικά δίκτυα (CNN) είναι δίκτυα πολλών στρωμάτων κατάλληλα για λειτουργίες αναγνώρισης εικόνας και την ομαδοποίηση εικόνων κατά ομοιότητα. Προτάθηκαν αρχικά τη δεκαετία του 1980 από τον LeCun και έχουν συνήθως βαθιά δομή. Αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα συνέλιξης και υποδειγματοληψίας των οποίων η δομή περιγράφεται παρακάτω. Μετά το τελευταίο στρώμα συνέλιξης ή υποδειγματοληψίας ακολουθούν έν ή περισσότερα πλήρως συνδεδεμένα στρώματα τα οποία λειτουργούν ως ένα υποδίκτυο ταξινομητή. το υποδίκτυο του ταξινομητή μπορεί να αποτελείται, για παράδειγμα από ένα στρώμα Softmax. Στην εικ.222 φαίνεται η τυπική αρχιτεκτονική ενός μοντέλου CNN που αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

- Είσοδος: δισδιάστατος πίνακας
- Στρώμα 1: στρώμα συνέλιξης
- Στρώμα 2: στρώμα υποδειγματοληψίας
- Στρώμα 3: στρώμα συνέλιξης
- Στρώμα 4: στρώμα υποδειγματοληψίας
- Ένα στρώμα ταξινόμησης (π.χ. Softmax) πλήρως συνδεδεμένο με το τελευταίο στρώμα υποδειγματοληψίας.

Η αλληλουχία των στρωμάτων συνέλιξης και υποδειγματοληψίας (στο παράδειγμά μας, η αλληλουχία στρωμάτων 1-4) υλοποιεί ουσιαστικά έναν μετασχηματισμό της εικόνας εισόδου σε χάρτη χαρακτηριστικών (=έξοδος του στρώματος 4). Κατόπιν, ο χάρτης αυτός εισάγεται ως είσοδος σε έναν

ταξινομητή. Στο παράδειγμά μας ο ταξινομητής αυτό υλοποιείται από το τελευταίο στρώμα (συνήθως ένα στρώμα Softmax).

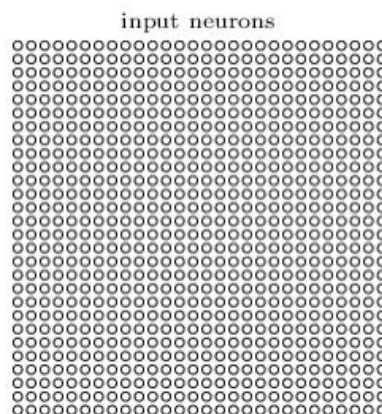


Σχήμα 5: Η αρχιτεκτονική ενός τοπικού συνελκτικού νευρωνικού δικτύου (CNN) [18]

3.5 Η Αρχιτεκτονική ενός Συνελκτικού Νευρωνικού Δικτύου (CNN)

3.6 Επίπεδο Εισόδου

Τα συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα δέχονται ως είσοδο στο πρώτο επίπεδο νευρώνων, εικόνες οποιαδήποτε διάστασης. Συνήθως χρησιμοποιούνται για εικόνες δύο διαστάσεων, αλλά μπορούν να δοθούν και δεδομένα τριών διαστάσεων. Αυτό είναι ένα θετικό των δικτύων αυτών έναντι των ρηχών αρχιτεκτονικών, οι οποίες συνήθως δεν υπολογίζουν τις διαστάσεις της εικόνας, χάνοντας την σημαντική πληροφορία την οποία προσφέρουν. Επομένως, συνήθως ως είσοδο έχουμε έναν πίνακα δύο διαστάσεων από όπου κάθε τιμή του πίνακα αντιστοιχεί σε ένα εικονοστοιχείο [19].

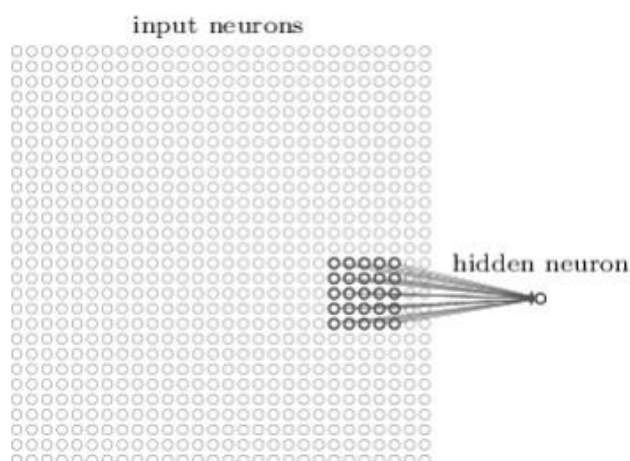


Σχήμα 6: Νευρώνες Εισόδου

Στο Σχήμα 4, φαίνεται η διάταξη ενός επιπέδου εισόδου μεγέθους $N \times N$. Σε περίπτωση που έχουμε χρωματική εικόνα, τότε η είσοδος αποτελείται από τρία τέτοια κανάλια.

3.7 Συνελικτικό επίπεδο

Το επόμενο επίπεδο είναι συνήθως συνελικτικό. Το συνελικτικό επίπεδο, χρησιμοποιεί φίλτρο μεγέθους $M \times M$ (γνωστό και ως local receptive field) το οποίο εφαρμόζεται, μετακινούμενο ανά s το πλήθος pixel (ονόματι strides) πάνω στην εικόνα.



Σχήμα 7: Εφαρμογή φίλτρου συνέλιξης

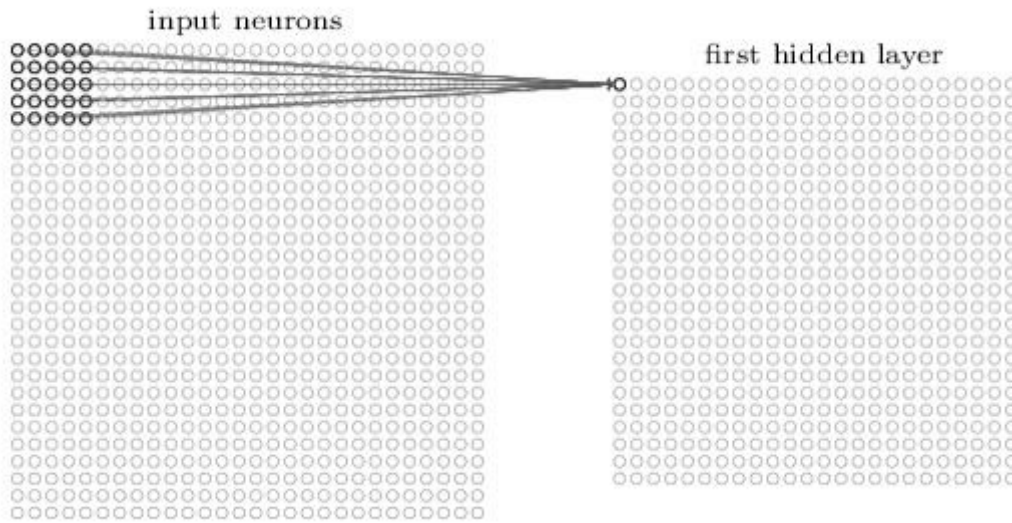
Για την τιμή του κάθε νευρώνα στο πρώτο κρυφό επίπεδο, υπολογίζεται το άθροισμα των τιμών του φίλτρου, τα οποία ονομάζονται βάρη, προστιθέμενα από μία σταθερή ποσότητα, την κλίση (bias). Ύστερα αυτό το άθροισμα, οδηγείται σε μία συνάρτηση ενεργοποίησης του νευρώνα, η έξοδος της οποίας αποτελεί την τιμή του νευρώνα. Υπάρχουν πολλές συναρτήσεις ενεργοποίησης, αλλά η πιο σύνηθες για τα συνελικτικά δίκτυα, είναι η συνάρτηση ανόρθωσης. Στη περίπτωση αυτή μάλιστα, οι νευρώνες ονομάζονται ανορθωτικές γραμμικές μονάδες (linear rectified units - ReLU). Για τον υπολογισμό της τιμής του κάθε νευρώνα, χρησιμοποιούνται τα ίδια βάρη και κλίση. Για το λόγο αυτό, ορίζονται ως κοινά βάρη και κλίση (shared weights and bias).

Το αποτέλεσμα του επιπέδου συνέλιξης είναι να δημιουργηθεί το πρώτο κρυφό επίπεδο το οποίο αποτελείται από $K \times K$ νευρώνες, όπου:

$$K = (N - M) / s + 1$$

Η πιο γενική φόρμουλα, περιλαμβάνει το P , όπου είναι το μέγεθος γεμίσματος μηδενικών (zero padding) στις άκρες του πίνακα:

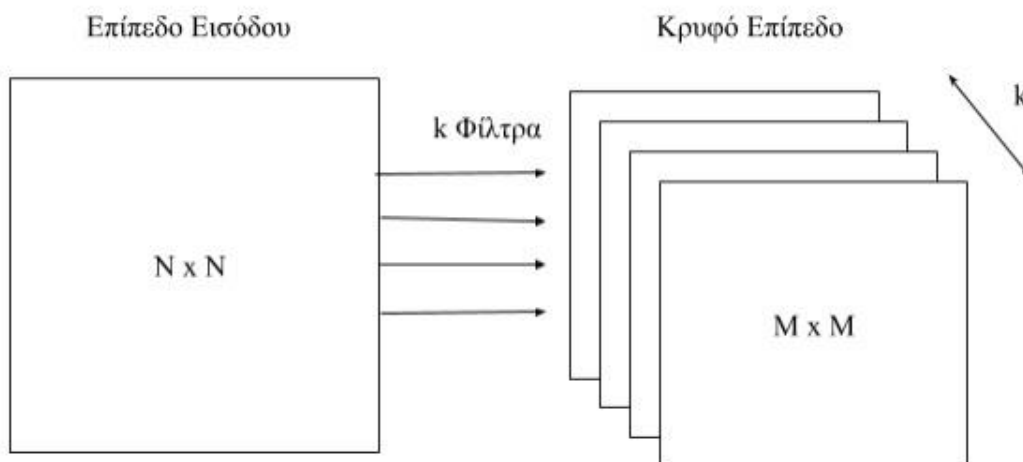
$$K = (N - M + 2P) / s + 1$$



Σχήμα 8: Δημιουργία πρώτου κρυφού επιπέδου

Επειδή ο κάθε νευρώνας του κρυφού επιπέδου, υπολογίζεται μέσω ενός φίλτρου με κοινά βάρη και κλίση, για κάθε ζευγάρι εικόνας εισόδου και φίλτρου, υπολογίζεται ένα κρυφό επίπεδο, το οποίο παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Η αντιστοίχιση μεταξύ του συνδυασμού εισόδου και φίλτρου προς το κρυφό επίπεδο το οποίο αναπαριστά το χαρακτηριστικό, ονομάζεται feature-map.

Σε κάθε συνελκτικό επίπεδο μπορούμε να έχουμε παραπάνω από ένα φίλτρα, με αποτέλεσμα να παίρνουμε ως έξοδο τόσα χαρακτηριστικά όσα και τα φίλτρα, αυξάνοντας έτσι τα feature maps. Τα χαρακτηριστικά αυτά, θεωρούνται ως ένα κρυφό επίπεδο το οποίο περιέχει πολλαπλά κανάλια, όπου ένα κανάλι ισούται με ένα χαρακτηριστικό.



Σχήμα 9: Αναπαράσταση χαρακτηριστικό – Feature map

3.8 Συγκεντρωτικό Επίπεδο

Έπειτα από τα συνελκτικά επίπεδα, συνήθως ακολουθούν τα συγκεντρωτικά επίπεδα, σκοπός των οποίων είναι η απλοποίηση της πληροφορίας του συνελκτικού επιπέδου.



Σχήμα 10: Επίπεδα εισόδου, συνελκτικής και συγκεντρώσεως

Τα συγκεντρωτικά επίπεδα, λειτουργούν με όμοια λογική με τα συνελκτικά επίπεδα, δηλαδή με φίλτρα μεγέθους $M \times M$ μονάχα που εφαρμόζονται ανά $s = M$ στοιχεία. Επομένως, για είσοδο μεγέθους $N \times N$, εξάγουν έξοδο μεγέθους $K \times K$, όπου $K = N/M$. Επίσης, τα φίλτρα, αντί για σύνολο τιμών από βάρη, αποτελούν συναρτήσεις οι οποίες εφαρμόζονται ανά το σύνολο στοιχείων της κάθε περιοχής που εφαρμόζεται το φίλτρο. Η πιο σύνηθες συνάρτηση για αυτό το σκοπό, είναι η συνάρτηση μεγίστου. Χρησιμοποιώντας αυτή, η συγκεντρωση είναι γνωστή στη βιβλιογραφία με το όνομα max-pooling

3.9 Πλήρως συνδεδεμένο επίπεδο

Στο τελευταίο κρυφό επίπεδο των συνελκτικών νευρωνικών δικτύων, κατά κανόνα τοποθετείται πλήρης συνδεδεμένο επίπεδο νευρώνων. Αυτά λειτουργούν όπως τα ρηγά νευρωνικά δίκτυα (βλ. Παράρτημα Α), όπου κάθε νευρώνας του ενός επιπέδου είναι συνδεδεμένος με κάθε νευρώνα του επόμενου επιπέδου. Συνήθως αποτελούνται από ReLU νευρώνες, αλλά χρησιμοποιούνται και άλλες συναρτήσεις ενεργοποίησης. Είναι υπεύθυνα για την σύνδεση των νευρώνων εξόδου με την έξοδο των συγκεντρωτικών νευρώνων του προηγούμενου επιπέδου. Διαισθητικά, τα συνελκτικά και τα συγκεντρωτικά επίπεδα, συγκεντρώνουν την χωρική πληροφορία που κρύβεται στην εικόνα, ενώ τα πλήρη συνδεδεμένα επίπεδα, χρησιμοποιούν την αφηρημένη αυτή πληροφορία, πιο σφαιρικά, προκειμένου να συγκεντρώσουν στοιχεία για τη σωστή κατηγορία ταξινόμησης.

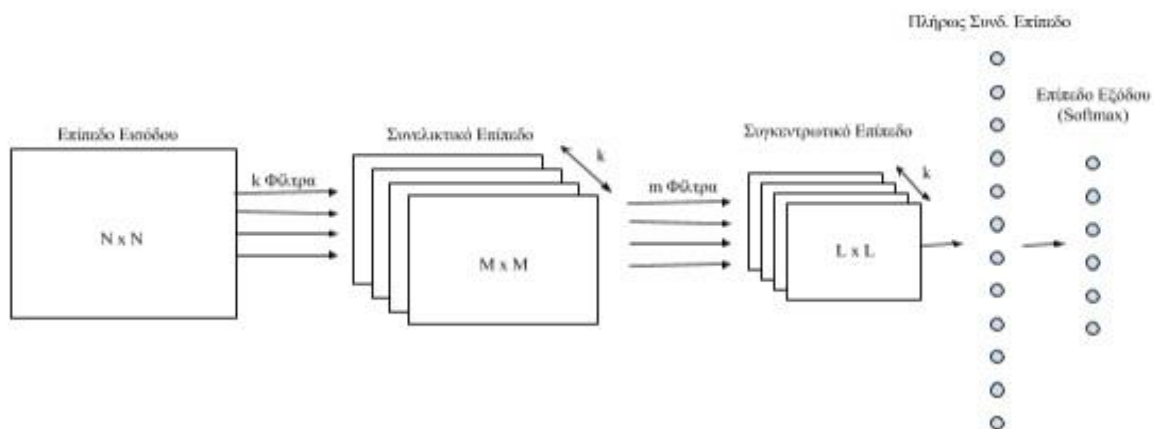
3.10 Επίπεδο Εξόδου (Softmax)

Το τελευταίο επίπεδο εξόδου, συνήθως είναι το επίπεδο softmax. Το επίπεδο αυτό έχει τόσους νευρώνες, όσες είναι και οι διάφορες κατηγορίες των εικόνων. Είναι υπεύθυνο στο να μετατρέπει τις τιμές που φτάνουν σε κάθε νευρώνα εξόδου σε πιθανότητες, προκειμένου ύστερα να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση του μοντέλου ή την πρόβλεψη της κατηγορίας μιας άγνωστης εικόνας πιθανοτικά.

Η πρόβλεψη μπορεί να γίνει και ντετερμινιστικά, προβλέποντας ως τη σωστή κατηγορία, αυτή η οποία έχει τη μεγαλύτερη πιθανότητα. Το επίπεδο softmax λειτουργεί εφαρμόζοντας την συνάρτηση softmax ή αλλιώς τυποποιημένη εκθετική συνάρτηση στις τιμές των νευρώνων εξόδου. Η συνάρτηση αυτή έχει τύπο:

$$\sigma(z)_j = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}}$$

Όπου, z_j είναι η τιμή του j νευρώνα εξόδου. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ολοκληρωμένο το συνελκτικό δίκτυο, όπου παρουσιάζονται όλοι οι τύποι επιπέδων νευρώνων που χρησιμοποιούνται σε τέτοια είδους δίκτυα. Στην εικόνα αυτή παρουσιάζεται η πιο απλή αρχιτεκτονική ενός τέτοιου δικτύου, καθώς οι σύγχρονες αρχιτεκτονικές χρησιμοποιούν περισσότερα από ένα κρυφά επίπεδα, αποσκοπώντας μεγαλύτερη αποδοτικότητα, έχοντας πολλαπλά συνελκτικά, συγκεντρωτικά και πλήρως συνδεδεμένα επίπεδα.



Σχήμα 11: Ολοκληρωμένο συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο

3.11 Βιβλιοθήκες Tensorflow και Keras

3.12 Tensorflow

Το TensorFlow, [20] που δημιουργήθηκε αρχικά από ερευνητές της Google, είναι το πιο δημοφιλές ανάμεσα στην πληθώρα των βιβλιοθηκών βαθιάς μάθησης. Στον τομέα της βαθιάς μάθησης, τα νευρωνικά δίκτυα έχουν επιτύχει τεράστια επιτυχία και έχουν αποκτήσει μεγάλη δημοτικότητα σε διάφορους τομείς. Αυτή η οικογένεια μοντέλων έχει επίσης τεράστιες δυνατότητες να προωθήσει την ανάλυση δεδομένων και τη μοντελοποίηση για διάφορα προβλήματα στις επιστήμες της εκπαίδευσης και της συμπεριφοράς, δεδομένης της ευελιξίας και της επεκτασιμότητας της. Δείτε στον αναγνώστη μια επισκόπηση των βασικών μοντέλων νευρωνικών δικτύων, όπως το πολυστρωματικό perceptron, το

συνελικτικό νευρωνικό δίκτυο και η στοχαστική κλίση, η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος βελτιστοποίησης για μοντέλα νευρωνικών δικτύων. Ωστόσο, η υλοποίηση αυτών των μοντέλων και των αλγορίθμων βελτιστοποίησης είναι χρονοβόρα και επιρρεπής σε σφάλματα. Ευτυχώς, το TensorFlow διευκολύνει και επιταχύνει σημαντικά την έρευνα και την εφαρμογή μοντέλων νευρωνικών δικτύων[21].

Εξετάζονται διάφορες βασικές έννοιες του TensorFlow, όπως συναρτήσεις κατασκευής γραφήματος, εργαλεία εκτέλεσης γραφημάτων και το εργαλείο οπτικοποίησης του TensorFlow, TensorBoard. Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε αυτές τις έννοιες για να δημιουργήσουμε και να εκπαιδεύσουμε ένα μοντέλο συνελικτικού νευρωνικού δικτύου για την ταξινόμηση των χειρόγραφων ψηφίων. Αυτή η ανασκόπηση ολοκληρώνεται με μια σύγκριση διεπαφών προγραμματισμού εφαρμογών χαμηλού και υψηλού επιπέδου και μια συζήτηση για την υποστήριξη της μονάδας γραφικής επεξεργασίας, την κατανομημένη εκπαίδευση και την πιθανολογική μοντελοποίηση με τη βιβλιοθήκη TensorFlow Probability.

Στον τομέα της μηχανικής μάθησης, τα νευρωνικά δίκτυα έχουν επιδείξει αξιοσημείωτη επιτυχία σε ένα ευρύ φάσμα τομέων όπως η όραση υπολογιστών (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2012), η επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Collobert & Weston, 2008) και η βιοπληροφορική (Min, Lee, & Yoon, 2017). Αυτά τα μοντέλα έχουν επίσης τεράστιες δυνατότητες να προωθήσουν την ανάλυση δεδομένων και τη μοντελοποίηση για διάφορα προβλήματα στις επιστήμες της εκπαίδευσης και της συμπεριφοράς, δεδομένης της ευελιξίας και της επεκτασιμότητας τους ως καθολικής προσέγγισης συναρτήσεων.

Τα τελευταία χρόνια, έχουν κυκλοφορήσει μια ποικιλία από βιβλιοθήκες λογισμικού, οι οποίες διευκολύνουν και επιταχύνουν σημαντικά την έρευνα και την εφαρμογή μοντέλων νευρωνικών δικτύων. Το TensorFlow, που δημιουργήθηκε αρχικά από ερευνητές της Google, είναι το πιο δημοφιλές μεταξύ της πληθώρας αυτών των βιβλιοθηκών.

3.13 Nvidia

Η **Nvidia Corporation** [22] είναι μια αμερικανική πολυεθνική εταιρεία τεχνολογίας Σχεδιάζει μονάδες επεξεργασίας γραφικών (GPU) για τις αγορές βιντεοπαιχνιδιών και των επαγγελματιών, καθώς και σύστημα σεμονάδες chip (SoCs) για την αγορά φορητών υπολογιστών και αυτοκινήτων. Η κύρια σειρά προϊόντων της GPU, κυκλοφορεί με την ονομασία "GeForce", βρίσκεται σε άμεσο ανταγωνισμό με τα προϊόντα "Radeon" της Advanced Micro Devices (AMD). Από το 2014, η Nvidia έχει διαφοροποιήσει την επιχείρησή της εστιάζοντας σε τέσσερις αγορές: gaming, επαγγελματική απεικόνιση, κέντρα δεδομένων και auto. Η Nvidia επικεντρώνεται επίσης στην τεχνητή νοημοσύνη.[2]

Εκτός από την κατασκευή GPU, η Nvidia παρέχει παράλληλες δυνατότητες επεξεργασίας σε ερευνητές και επιστήμονες που τους επιτρέπουν να εκτελούν αποτελεσματικά εφαρμογές υψηλής απόδοσης. Χρησιμοποιούνται σε ιστότοπους υπερυπολογιστών σε όλο τον κόσμο.

Το GPU Technology Conference (GTC) της NVIDIA είναι μια σειρά τεχνικών συνεδρίων που πραγματοποιούνται σε όλο τον κόσμο. Τα τελευταία χρόνια, το επίκεντρο του συνεδρίου έχει μετατοπιστεί σε διάφορες εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης και της βαθιάς μάθησης, όπως: αυτοκινούμενα αυτοκίνητα, υγειονομική περίθαλψη, υπολογιστές υψηλής απόδοσης και εκπαίδευση NVIDIA Deep Learning Institute (DLI).

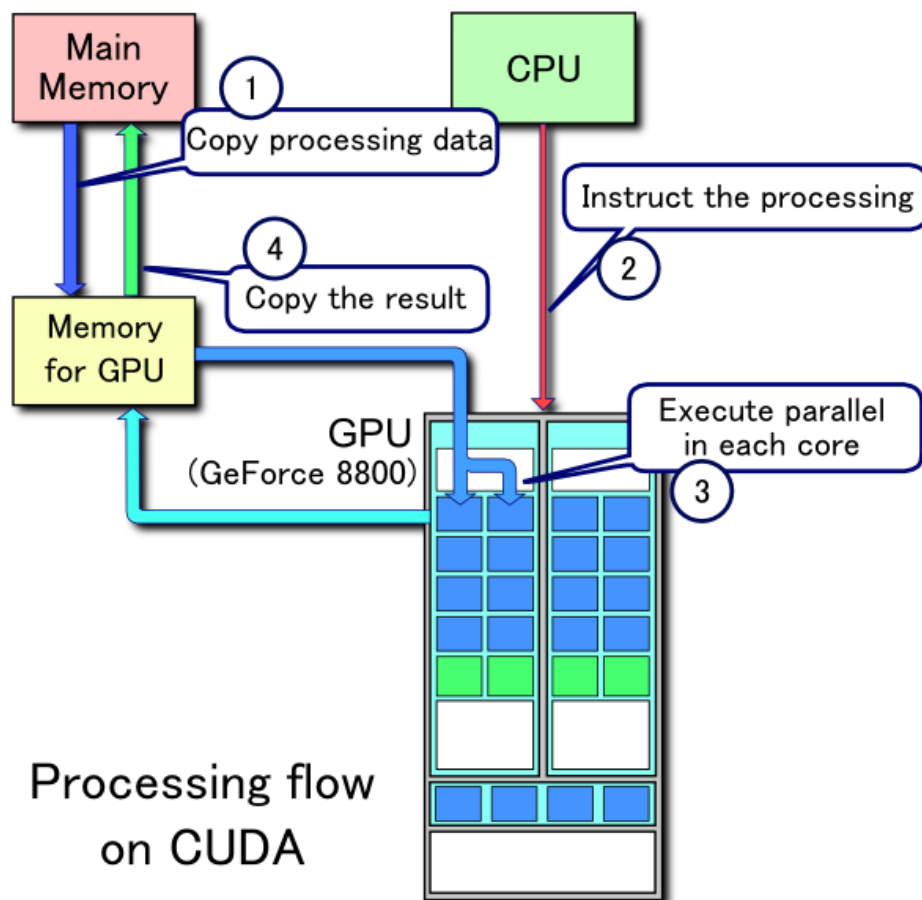
Τα GPU Nvidia χρησιμοποιούνται στο Deep learning, την τεχνητή νοημοσύνη και τα επιταχυνόμενα αναλυτικά στοιχεία. Η εταιρεία ανέπτυξε το Deep learning βασισμένο σε GPU προκειμένου να χρησιμοποιήσει την τεχνητή νοημοσύνη για να προσεγγίσει προβλήματα όπως ανίχνευση καρκίνου, πρόγνωση καιρού και οχήματα αυτο-οδήγησης.[27] Περιλαμβάνονται σε όλα τα οχήματα Tesla.[28] Ο σκοπός είναι να βοηθήσουμε τα δίκτυα να μάθουν να «σκέφτονται». Σύμφωνα με την *TechRepublic*, οι GPU της Nvidia «λειτουργούν καλά για εργασίες βαθιάς μάθησης, επειδή έχουν σχεδιαστεί για παράλληλους υπολογιστές και λειτουργούν καλά για τον χειρισμό των λειτουργιών διανύσματος και μήτρας που επικρατούν στη βαθιά μάθηση». Αυτές οι GPU χρησιμοποιούνται από ερευνητές, εργαστήρια, και εταιρείες τεχνολογίας. Το 2009, η Nvidia συμμετείχε στο λεγόμενο "big bang" της βαθιάς μάθησης, «καθώς τα νευρωνικά δίκτυα βαθιάς μάθησης συνδυάστηκαν με μονάδες επεξεργασίας γραφικών Nvidia (GPU)». Εκείνο το έτος, το Google Brain χρησιμοποίησε GPU Nvidia για να δημιουργήσει Deep Neural Networks ικανά για μηχανική μάθηση, όπου ο Άντριου Εντζί αποφάσισε ότι οι GPU θα μπορούσαν να αυξήσουν την ταχύτητα των συστημάτων βαθιάς μάθησης κατά περίπου 100 φορές

3.14 CUDA

Το CUDA (Compute Unified Device Architecture) είναι μια παράλληλη υπολογιστική πλατφόρμα και μια διεπαφή προγραμματισμού (API) που επιτρέπει στο λογισμικό να χρησιμοποιεί ορισμένους τύπους μονάδων επεξεργασίας γραφικών (GPU) για επεξεργασία γενικού σκοπού, μια προσέγγιση που ονομάζεται υπολογισμός γενικού σκοπού σε GPU (GPGPU). Το CUDA είναι ένα επίπεδο λογισμικού που παρέχει άμεση πρόσβαση στο εικονικό σύνολο εντολών της GPU και στα παράλληλα υπολογιστικά στοιχεία, για την εκτέλεση υπολογιστικών πυρήνων.

Έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με γλώσσες προγραμματισμού όπως C, C++ και Fortran. Αυτό διευκολύνει τους προγραμματιστές να χρησιμοποιούν πόρους της GPU, σε αντίθεση με προηγούμενα API όπως το Direct3D και το OpenGL, που απαιτούσαν προηγμένες δεξιότητες στον προγραμματισμό γραφικών. Οι GPU που λειτουργούν με CUDA υποστηρίζουν επίσης OpenMP, OpenACC και OpenCL, και HIP με τη μεταγλώττιση τέτοιου κώδικα στο CUDA.

Το CUDA δημιουργήθηκε από την Nvidia. Όταν πρωτοπαρουσιάστηκε, το όνομα ήταν ακρωνύμιο για το Compute Unified Device Architecture, αλλά η Nvidia αργότερα απέσυρε την κοινή χρήση του ακρωνύμιου.



Εικόνα 5: Διάγραμμα ροής (CUDA)

Στην παραπάνω εικόνα 5, βλέπουμε ένα διάγραμμα ροής CUDA και οι διαδικασίες που εκτελεί είναι οι εξής:

- Αντιγραφή δεδομένων από την κύρια μνήμη στη μνήμη GPU
- Η CPU εκκινεί τον υπολογιστικό πυρήνα της GPU
- Οι πυρήνες CUDA της GPU εκτελούν τον πυρήνα παράλληλα
- Αντιγράφει τα δεδομένα που προκύπτουν από τη μνήμη GPU στην κύρια μνήμη

3.15 Keras

Το Keras [23] είναι ένα API βαθιάς εκμάθησης γραμμένο σε Python, που τρέχει πάνω από την πλατφόρμα μηχανικής εκμάθησης TensorFlow. Αναπτύχθηκε με έμφαση στην παροχή δυνατότητας γρήγορου πειραματισμού. Το TensorFlow είναι μια πλατφόρμα μηχανικής εκμάθησης ανοιχτού κώδικα από άκροσε άκρο. Μπορείτε να το σκεφτείτε ως ένα επίπεδο υποδομής για διαφοροποιήσιμο προγραμματισμό. Συνδυάζει τέσσερις βασικές ικανότητες:

- Αποτελεσματική εκτέλεση λειτουργιών τανυστή χαμηλού επιπέδου σε CPU, GPU ή TPU
- Υπολογισμός της κλίσης αυθαίρετων διαφοροποιήσιμων παραστάσεων.
- Κλιμάκωση υπολογισμού σε πολλές συσκευές, όπως συμπλέγματα εκατοντάδων GPU
- Εξαγωγή προγραμμάτων «γραφήματα» σε διακομιστές, προγράμματα περιήγησης, κινητές συσκευές και ενσωματωμένες συσκευές.

Το Keras είναι το API υψηλού επιπέδου του TensorFlow 2: μια προσιτή, εξαιρετικά παραγωγική διεπαφή για την επίλυση προβλημάτων μηχανικής μάθησης, με έμφαση στη σύγχρονη βαθιά μάθηση. Παρέχει βασικές αφαιρέσεις και δομικά στοιχεία για την ανάπτυξη και αποστολή λύσεων μηχανικής εκμάθησης με υψηλή ταχύτητα επανάληψης.

Το Keras δίνει τη δυνατότητα στους μηχανικούς και τους ερευνητές να επωφεληθούν πλήρως από τις δυνατότητες επεκτασιμότητας και πολλαπλών πλατφορμών του TensorFlow 2: μπορεί να εκτελεστεί το Keras σε TPU ή σε μεγάλα συμπλέγματα GPU και να μπορεί να εξάγει τα μοντέλα Keras για να εκτελούνται στο πρόγραμμα περιήγησης ή σε μία κινητή συσκευή.

4

4. Υλοποίηση εφαρμογή καταγραφής και εμφάνιση κακοτεχνιών στους δρόμους

Σε αυτό το κεφάλαιο εξηγείται αναλυτικά η χρήση της εφαρμογής Android, Ο εξοπλισμός που απαιτείται καθώς και πως γίνεται παραμετροποίηση, πως παράγεται το πρώτο αποτέλεσμα και το τελικό αποτέλεσμα μέσα από εικόνες. Επίσης γίνεται μία ανάλυση στα σημαντικότερα σημεία του κώδικα Python που χρησιμοποιήθηκε για την εκπαίδευση του μοντέλου και ταξινόμηση των προτύπων.

4.1 Εξοπλισμός

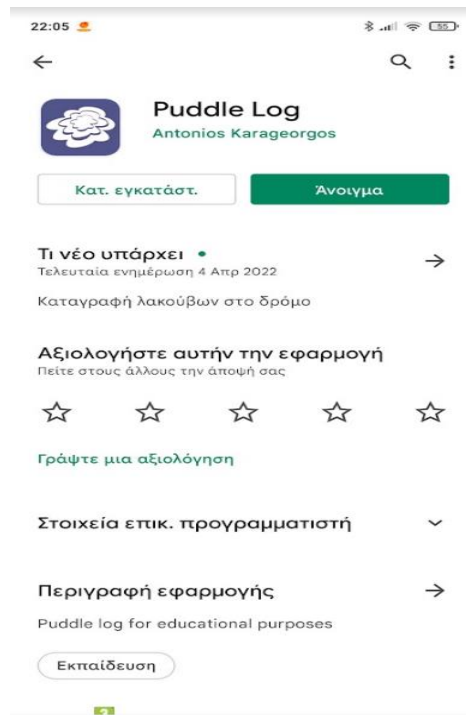
Αρχικά θα δούμε τον εξοπλισμό που τοποθετήθηκε στον μπροστινό μέρος του αυτοκίνητου, έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει η καταγραφή του οδοστρώματος. Φυσικά μπορεί να αγοραστεί και διαφορετικός εξοπλισμός ο οποίος θα είναι πιο σταθερός, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι περισσότεροι κραδασμοί με αποτέλεσμα η ποιότητα εικόνας να είναι ακόμα πιο καλύτερη.



Εικόνα 6:Εικόνες με τον εξοπλισμό καταγραφής

Όπως βλέπετε στις εικόνες έχουμε τοποθετήσει μπροστά στο καπό του αυτοκινήτου μία βάση κινητού τηλεφώνου και έχουμε βάλει σε αυτή ένα κινητό τηλέφωνο. Με τον τρόπο αυτό θα κάνουμε καταγραφή του δρόμου. Πριν ξεκινήσουμε θα πρέπει να τρέξουμε μία εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα ή γενικά συσκευές που έχουν android, την Puddlog. Η εφαρμογή αυτή θα καταγράψει τον δρόμο. Μπορεί όποιος θέλει να την αναζητήσει στο playstore της Google ή να την κατεβάσετε από τον ακόλουθο σύνδεσμο:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=gr.puddlelog>



Εικόνα 7: Εφαρμογή PuddleLog στο Google Play Store

4.2 Ανάλυση Εφαρμογής

4.3 Βάση δεδομένων (DatabaseHandler.java)

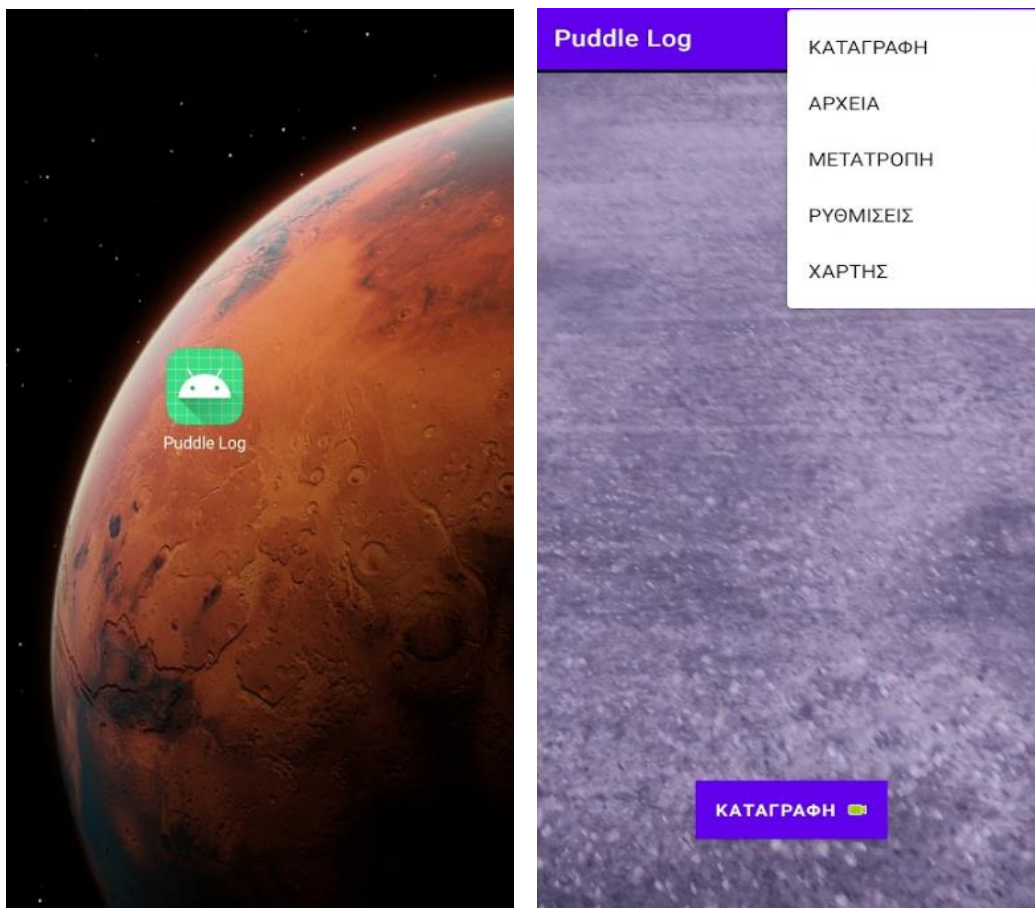
Η εφαρμογή διαθέτει μια εσωτερική βάση δεδομένων SQLite, η οποία δημιουργείται κατά την πρώτη εκτέλεση της εφαρμογής με την εντολή onCreate. Θα δημιουργηθούν 2 πίνακες:

1. Videos, στήλες: id (αύξων αριθμός, αυτόματη αρίθμηση), name (ονομασία βίντεο), created (χρονοσφραγίδα, η τρέχουσα ημερομηνία και ώρα, η οποία συμπληρώνεται αυτόματα κατά τη δημιουργία της εγγραφής).
2. Locations: Ένα βίντεο δύναται να διαθέτει παραπάνω από μία γεωγραφική θέση, επομένως είναι απαραίτητο να τις αποθηκεύουμε σε ξεχωριστό πίνακα μαζί με το millisecond στο οποίο γίνεται η καταγραφή και κάθε εγγραφή τη συσχετίζουμε με το id του βίντεο από τον πρώτο πίνακα. Στήλες: id (αύξων αριθμός, αυτόματη αρίθμηση), video_id (id video από τον 1^ο πίνακα), latlng (γεωγ. μήκος και πλάτος), millis (ο τρέχων χρόνος καταγραφής) και created (χρονοσφραγίδα).

4.4 Οθόνη καταγραφής βίντεο (VideoActivity.java)

Το πρώτο Java αρχείο που εκτελείται στην Android εφαρμογή είναι το VideoActivity.java. Η πρώτη μέθοδος που εκτελείται σε ένα activity (οθόνη στην ορολογία του Android) είναι η onCreate. Θα εκτελεστούν οι παρακάτω ενέργειες:

1. Θα αρχικοποιηθεί ο Location Manager, μέσω του οποίου λαμβάνουμε τη γεωγραφική θέση του χρήστη.
2. Θα αναγνωστούν τυχόν άδειες που έχει δώσει ο χρήστης για πρόσβαση στα παρακάτω:
 - a. Κάμερα
 - b. Καταγραφή ήχου
 - c. Εγγραφή στην εξωτερική μνήμη
 - d. Τοποθεσία
3. Εάν ο χρήστης δεν έχει δώσει άδεια για τουλάχιστον ένα από τα παραπάνω θα ζητηθούν έτσι ώστε το app να συνεχίσει την εκτέλεσή του.



Εικόνα 7: Εικονίδιο εφαρμογής και Αρχικό menu εφαρμογής

Όταν ο χρήστης έχει δώσει τις απαραίτητες άδειες θα γίνει η εκτέλεση της μεθόδου startRequiredOperations, η οποία κάνει τα παρακάτω:

1. `processSettings`: Λήψη ρυθμίσεων, οι οποίες βρίσκονται σε άλλη οθόνη. Θα διαβαστούν τα δευτερόλεπτα, τα οποία χρησιμοποιούνται για να μετατρέψουν ένα βίντεο σε εικόνες. Για παράδειγμα, μια τιμή 2, σημαίνει ότι το βίντεο θα χωριστεί σε τόσα μέρη όσο είναι η διάρκεια του διαιρεμένη ανά 2 δευτερόλεπτα. Θα διαβαστούν επίσης οι ποιότητα καταγραφής βίντεο και η ποιότητα παραγωγής εικόνων.
2. `handleLocation`: Ορισμός λήψης του γεωγραφικού στίγματος του χρήστη ανά 500 ms κάθε φορά που η τοποθεσία του μεταβάλλεται.
3. `showCameraPreview`: Εκκίνηση της πίσω κάμερας της συσκευής και εμφάνιση της εισόδου της στην εφαρμογή σε πραγματικό χρόνο. Η είσοδος της κάμερας διαχειρίζεται με την ένθετη κλάση `MyCameraSurfaceView` και εκεί γίνονται όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι όπως ο έλεγχος ύπαρξης κάμερας και ο τερματισμός της εισόδου πριν την εκ νέου εκκίνησή της.
4. `initCountDownTimer`: Αρχικοποίηση χρονομέτρου (`CountDownTimer`) το οποίο εκτελείται κάθε 500 ms και χρησιμοποιείται για να εκτελέσει τις παρακάτω ενέργειες:
 - a. Εμφάνιση του χρόνου καταγραφής σε δευτερόλεπτα σε πραγματικό χρόνο όταν ο χρήστης πατήσει την καταγραφή.
 - b. Έλεγχος κάθε 1 δευτερόλεπτο εάν ο διαθέσιμος χώρος στην εξωτερική μνήμη της συσκευής είναι μικρότερος από 100 MB, οπότε θα τερματιστεί η καταγραφή και θα εμφανιστεί σχετικό μήνυμα στο χρήστη.
 - c. Προσθήκη τοποθεσίας για το τρέχον βίντεο της καταγραφής στη βάση δεδομένων για το τρέχον `millisecond`.

Σε αυτό το σημείο, ο χρήστης έχει 2 επιλογές:

1. Εκκίνηση καταγραφής
2. Μεταφορά στις ρυθμίσεις από το μενού πάνω δεξιά στην οθόνη
3. Χωρισμός βίντεο σε καρέ (frames)

Η καταγραφή ξεκινά καλώντας τη μέθοδο `controlVideoBtnClick` και θα γίνει έλεγχος εάν γίνεται καταγραφή ή όχι. Σε κάθε περίπτωση εκτελείται η μέθοδος `formatUI`. Όταν εκκινήσει η καταγραφή, εμφανίζεται ένα κόκκινο περίγραμμα στην οθόνη, το κουμπί μετονομάζεται σε Ολοκλήρωση και αλλάζει το εικονίδιο και εμφανίζεται το χρονόμετρο. Όταν τερματίσει η καταγραφή, τότε γίνεται επαναφορά όλων των παραπάνω στις αρχικές θέσεις και ρυθμίσεις.

1. Δε γίνεται καταγραφή
 - a. Θα γίνει έλεγχος για το διαθέσιμο χώρο στην εξωτερική μνήμη της συσκευής του χρήστη και εάν είναι κάτω από 100 MB, δε θα εκκινήσει η καταγραφή.
 - b. `releaseCamera`: Θα αποδεσμευτεί η κάμερα (για τυχόν χρήση από άλλες εφαρμογές).
 - c. Αποδέσμευση κάμερας.

- d. `prepareMediaRecorder`: Θα γίνει προσπάθεια εκκίνησης του καταγραφέα μέσου (media) μέσω του αντικειμένου (MediaRecorder). Θα οριστεί ο προσανατολισμός στις 90 μοίρες, θα δεσμευτεί η κάμερα μαζί με το μικρόφωνο, θα οριστεί αυτή ως το μέσο καταγραφής, θα οριστεί μέγιστο αρχείο καταγραφής 1GB και θα δημιουργηθεί νέο προσωρινό αρχείο, στο οποίο θα αποθηκεύεται το βίντεο σε πραγματικό χρόνο. Δημιουργούμε εάν δεν υπάρχει το φάκελο της εφαρμογής `puddles_log_videos` εντός της τοποθεσίας Downloads στην εξωτερική μνήμη. Ονοματίζουμε το αρχείο με την τρέχουσα ημερομηνία και ώρα με κατάληξη `mp4` και τελικά δημιουργείται το αρχείο.
 - e. `addVideoToDatabase`: Θα προστεθεί το όνομα του βίντεο στη βάση δεδομένων στον πίνακα `videos` και θα λάβουμε το `id` της πρόσφατα δημιουργημένης εγγραφής για να το έχουμε ως αναφορά και μετέπειτα χρήση.
 - f. Θα ορίσουμε η καταγραφή να γίνεται στο αρχείο που μόλις δημιουργήσαμε.
 - g. `handleLocation`: Εκκίνηση ακροατή αλλαγής της θέσης του χρήστη.
 - h. Θα εκκινήσει το χρονόμετρο.
 - i. Δέσμευση κάμερας.
 - j. Θα εκκινήσει η καταγραφή, η οποία θα προβάλλεται σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη.
2. Τερματισμός καταγραφέα
- a. Αποδέσμευση αρχείου καταγραφής.
 - b. Κλείδωμα κάμερας.
 - c. Εμφάνιση σύντομου μηνύματος προς το χρήστη ενημερώνοντάς τον ότι το βίντεο δημιουργήθηκε με την τάδε ονομασία.
 - d. Επαναφορά χρονομέτρου.
 - e. Τερματισμός ακροατή αλλαγής της θέσης του χρήστη.

Όταν ο χρήστης στην επιλογή ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ από το πλαϊνό μενού ένα νέο νήμα (AsyncTask) με όνομα `ProcessVideosTask` θα εκκινήσει. Πριν την εκκίνηση θα εμφανιστεί στο χρήστη μήνυμα Γίνεται η μετατροπή και μια μπάρα προόδου θα εμφανιστεί. Για την εμφάνιση της μπάρας προόδου χρησιμοποιήθηκε μια εξωτερική βιβλιοθήκη με όνομα `ProgressDialog` (<https://github.com/techinessoverloaded/progress-dialog>). Το νήμα εκτελεί το έργο του στη μέθοδο `doInBackground`. Με τη μέθοδο `iterateVideos` θα λάβουμε όλα τα βίντεο που έχουν αποθηκευτεί στη βάση δεδομένων και ένας βρόγχος θα τα διαπεράσει. Για κάθε στοιχείο της επανάληψης θα κάνουμε έλεγχο εάν το βίντεο υπάρχει στην εξωτερική μνήμη και εάν ναι θα δημιουργηθεί ένας φάκελος όπου θα αποθηκεύσουμε τα προς εξαγωγή καρέ με όνομα `puddles_log_frames` εντός του φακέλου Downloads. Θα λάβουμε τα περιεχόμενα του πρόσφατα δημιουργημένου φακέλου και εάν έχει, τότε θεωρούμε ότι έχει ήδη επεξεργαστεί το βίντεο έτσι ώστε να αποφύγουμε τη διπλο-μετατροπή. Εάν δεν έχει, θα γίνει κλήση στη μέθοδο `extractVideoDurationAndIterateMillis`.

Μέσω του αντικειμένου `MediaMetadataRetriever` θα λάβουμε τα `milliseconds` του εκάστοτε αρχείου βίντεο και εάν αυτά είναι περισσότερα από τον αριθμό χωρισμού των `frames` θα εκτελέσουμε τη μέθοδο `splitVideoIntoFrames` μέσω ενός βρόγχου που διατρέχει κάθε `millisecond` (με ρυθμό επανάληψης το αριθμό χωρισμού).

Για το χωρισμό σε καρέ χρησιμοποιήσαμε τη βιβλιοθήκη `FFmpegMediaMetadataRetriever`, η οποία μεταξύ άλλων επεξεργάζεται βίντεο και λαμβάνει το καρέ για κάθε `x millisecond` που του υπαγορεύουμε. Θα δημιουργηθεί νέο αντικείμενο `Bitmap` και θα ληφθεί το τρέχον `frame` ίσο με τον αριθμό της επανάληψης των `milliseconds` και θα οριστεί ο προσανατολισμός της εικόνας σε 90 μοίρες. Με τη μέθοδο `getVideoLocationByVideoIdAndByMillis` θα λάβουμε την γεωγραφική τοποθεσία (`latitude` και `longitude`) που καταγράφηκε για το τρέχον `millisecond`. Εάν απέτυχε η λήψη της τοποθεσίας σε αυτό το `millisecond` (δεν υπάρχει καταγραφή στον πίνακα), τότε χρησιμοποιούμε την τοποθεσία από την προηγούμενη ληφθείσα εγγραφή. Εάν η ποιότητα της εικόνας έχει οριστεί ως πολύ υψηλή τότε το αρχείο εικόνας θα έχει επέκταση `png`, διαφορετικά θα έχει επέκταση `jpg`. Θα δημιουργηθεί νέο αρχείο με όνομα: `milliseconds_γεωγραφικό_στίγμα_επέκταση`. Σε περίπτωση που η ποιότητα εικόνας δεν έχει οριστεί ως πολύ υψηλή, θα γίνει συμπίεση του `Bitmap` και τελικά θα γίνει απελευθέρωση του αντικειμένου `ffmpegMediaMetadataRetriever` και θα λάβουμε το συνολικό αριθμό αρχείων που μετατράπηκαν. Όταν ολοκληρωθεί η διαδικασία θα εμφανιστεί σύντομο μήνυμα προς ενημέρωση του χρήστη. Εάν δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία μετατροπή θα εμφανιστεί το μήνυμα Όλα τα βίντεο έχουν ήδη μετατραπεί σε εικόνες.

4.5 Οθόνη ρυθμίσεων (`SettingsActivity.java`)

Σε αυτήν την οθόνη έχει 3 επιλογές:

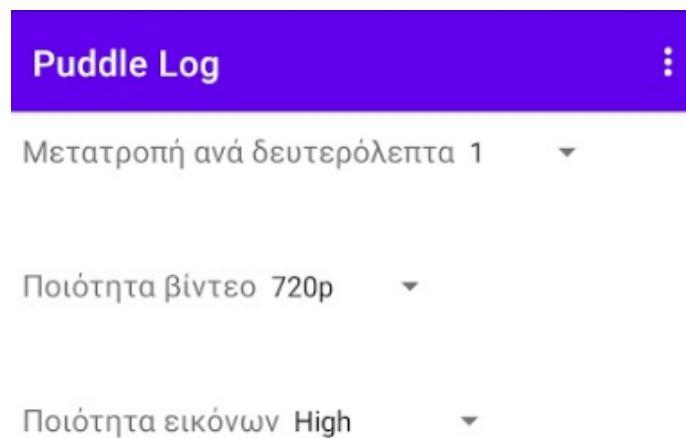
1. Δευτερόλεπτο χωρισμού βίντεο σε εικόνες ("0.5", "1", "2", "3", "4", "5")
2. Ποιότητα βίντεο ("High", "1080p", "720p", "480p", "Low")
3. Ποιότητα εξαγόμενης εικόνας ("Very high", "High", "Medium", "Low")

Σημειώνουμε ότι η επιλογή ποιότητας έχει ως αποτέλεσμα τη συμπίεση της εικόνας με την παρακάτω αντιστοιχίση:

1. Very high (καθόλου)
2. High: 15 (85 ποιότητα με μέγιστο το 100)
3. Medium: 40 (60 ποιότητα)
4. Low: 60 (40 ποιότητα)

Οι ρυθμίσεις αποθηκεύονται με το αντικείμενο `SharedPreferences`, η οποία είναι μια διεπαφή για αποθήκευση ζευγαριών μεταξύ ονόματος και τιμής στο δίσκο στην εσωτερική μνήμη της συσκευής

εντός του ιδιωτικού φακέλου της εφαρμογής. Οι αντίστοιχες ρυθμίσεις του χρήστη προ-συμπληρώνονται όταν ο χρήστης έχει ήδη πραγματοποιήσει κατά την άφιξή του στην οθόνη.



Εικόνα 8: Οθόνη ρυθμίσεων

4.6 Οθόνη αρχείων (FilesActivity.java)

Σε αυτήν την οθόνη ο χρήστης βλέπει πληροφορίες για τα βίντεο που έχει καταγράψει. Μπορεί επίσης να προβάλλει τα βίντεό του και τις αντίστοιχες εικόνες. Τα βίντεο εμφανίζονται σε μορφή λίστας (RecyclerView) και για το κάθε στοιχείο της λίστας εμφανίζουμε την ονομασία του βίντεο, τη διαδρομή, το μέγεθος (σε MB), την ημερομηνία δημιουργίας, ένα κουμπί με όνομα IMAGES και ένα εικονίδιο διαγραφής. Για την προβολή και τη διαχείριση των συμβάντων στοιχείων στη λίστα δημιουργήσαμε το αρχείο FileAdapter και τη λειτουργία του θα δούμε στη συνέχεια.

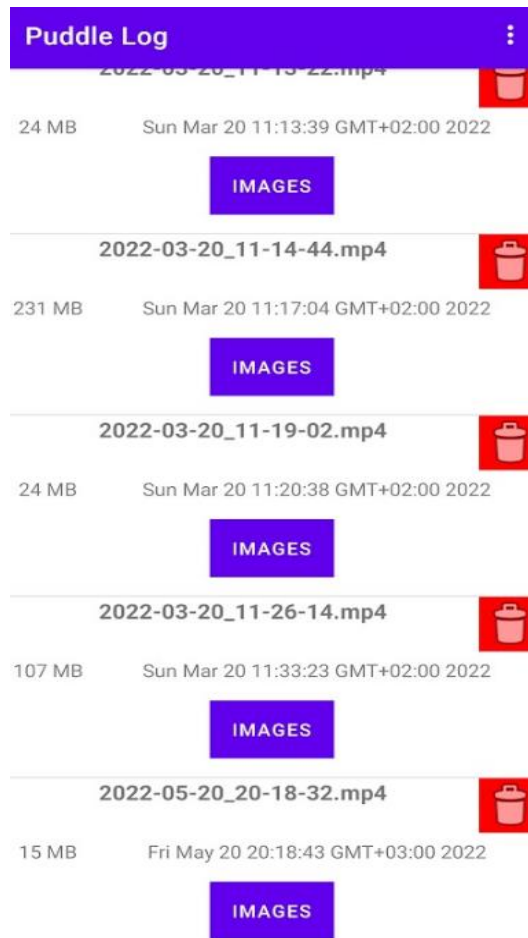
Με τη μέθοδο `getFiles` θα λάβουμε πληροφορίες για τα αρχεία που υπάρχουν στο φάκελο `puddles_log_videos`. Οι πληροφορίες περιλαμβάνουν το μέγεθος, την απόλυτη διαδρομή, την τελευταία ημερομηνία τροποποίησης και το όνομά του. Τα αρχεία επιστρέφονται σε μια λίστα με αντικείμενα `Video`, στο οποίο ορίσαμε `getters` και `setters` για τις ιδιότητες: `id`, `name`, `size`, `path`, `date`.

Με τη μέθοδο `fillRecyclerView` θα αρχικοποιήσουμε ένα αντικείμενο τύπου `FileAdapter`, το οποίο θα μας επιτρέψει να εμφανίσουμε σε κάθε γραμμή του `RecyclerView` τις πληροφορίες του αρχείου. Θα δημιουργηθούν τόσες γραμμές όσα είναι και τα αρχεία που εντοπίστηκαν. Το αρχείο που σχετίζεται με το `RecyclerView` και προβάλλει τα δεδομένα του είναι το `res/layout/file_item.xml`.

4.7 Πληροφορίες αρχείων (FileAdapter.java)

Όπως ειπώθηκε, το FileAdapter είναι ένα βοηθητικό πλιν σαφώς απαραίτητο αρχείο για να εμφανίσουμε δυναμικό πλήθος γραμμών και πληροφορίες γι' αυτές με αποδοτικό τρόπο από πλευράς πόρων. Η κυριότερη μέθοδος ενδιαφέροντος είναι η onBindViewHolder στην οποία ορίζουμε τους κάτωθι ακροατές συμβάντων:

1. Συμβάν διαγραφής αρχείου (κάδος): Κλήση μεθόδου deleteFilesConfirmationDialog, όπου θα εμφανιστεί ένα πλαίσιο διαλόγου (AlertDialog) ζητώντας επιβεβαίωση από το χρήστη για τη διαγραφή. Όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί OK θα εκτελεστούν τα παρακάτω:
 - α. Διαγραφή γραμμής στο RecyclerView
 - β. Διαγραφή βίντεο από το φάκελο puddles_log_videos
 - γ. Εάν διαγραφεί το βίντεο, τότε διαγράφεται ο φάκελος για τυχόν εικόνες που έχουν μετατραπεί από το βίντεο. Ο φάκελος βρίσκεται στη διαδρομή: puddles_log_frames/{ONOMAΣΙΑ_BINTEO} χωρίς την κατάληξη του αρχείου. Η διαγραφή γίνεται με την εντολή deleteDirectoryAndContents.
2. Συμβάν προβολής εικόνων με βάση τη μετατροπή του βίντεο (κουμπί IMAGES): Θα εντοπιστεί ο σχετικός φάκελος των εικόνων (με βάση το όνομα του αρχείου). Εάν ο φάκελος υπάρχει, ο χρήστης θα μεταφερθεί στην οθόνη των εικόνων (ImagesActivity) δίνοντας ως όρισμα το φάκελο. Εάν δε βρεθεί ο φάκελος, εμφανίζεται σχετικό μήνυμα λάθους προς ενημέρωση του χρήστη.
3. Συμβάν προβολής βίντεο (ο χρήστης πατάει στο όνομα του αρχείου): Εκτέλεση μεθόδου openSelectedVideo δίνοντας ως όρισμα τη διαδρομή του αρχείου και θα εκκινήσει η προεπιλεγμένη εφαρμογή προβολής αρχείου στη συσκευή του χρήστη και θα αναπαράγει το βίντεο.



Εικόνα 9: Στιγμιότυπο εφαρμογής διαχείρισης video σε εικόνες

4.8 Οθόνη προβολής εικόνων (ImagesActivity.java)

Η οθόνη αυτή συνεργάζεται με το προηγούμενο Activity και εμφανίζει μία εικόνα ανά γραμμή μέσω ενός RecyclerView. Θα γίνει κλήση στη μέθοδο `getImages` και με βάση το φάκελο που δόθηκε ως όρισμα από το `FilesActivity` θα ανιχνευθούν οι εικόνες που βρίσκονται σε αυτό το φάκελο με τη βοήθεια της μεθόδου `walkImages`, η οποία επιστρέφει μία λίστα (αντικείμενο `List`). Έπειτα θα γίνει κλήση στη μέθοδο `extractLocationFromImages` για να εντοπίσει το γεωγ. στίγμα της που υπάρχει στο όνομα της εικόνας και τελικά θα δημιουργηθεί μια λίστα με αντικείμενα `ImageData`, μια ειδική κλάση που δημιουργήθηκε για την προβολή των στοιχείων της σε ένα RecyclerView. Η κλάση διαθέτει getters και setters και τις ιδιότητες `imageUrl`, `latlng`. Θα γίνει κλήση στη μέθοδο `fillRecyclerView` για την εμφάνιση των εικόνων. Το αρχείο που σχετίζεται με το RecyclerView και προβάλλει τα δεδομένα του είναι το `res/layout/image_item.xml` Πάνω από κάθε εικόνα εμφανίζεται η γεωγ. τοποθεσία εφόσον υπάρχει. Για την προβολή των εικόνων χρησιμοποιήθηκε μια εξωτερική βιβλιοθήκη με όνομα Picasso (<https://square.github.io/picasso/>).



Εικόνα 10: Στιγμιότυπο προβολής εικόνων

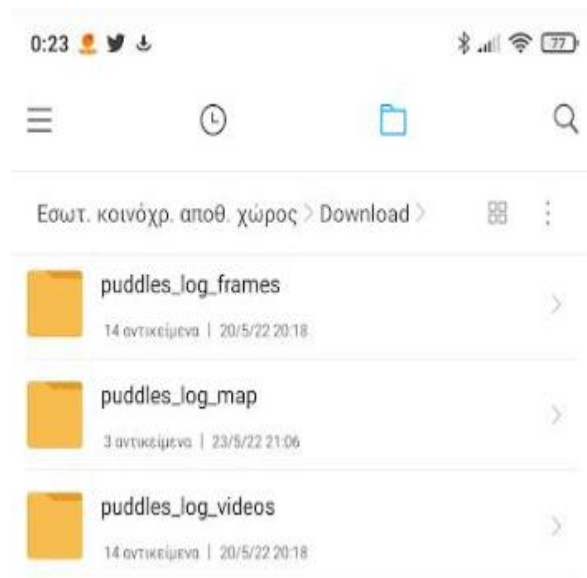
Ο τίτλος της εικόνας είναι οι γεωγραφικές συντεταγμένες. Υπάρχει μεγάλη πιθανόν να υπάρχουν φωτογραφίες με ίδιες γεωγραφικές συντεταγμένες. Αυτό οφείλεται στις αποκλίσεις που υπάρχουν στο Gps, στην ακρίβεια του, στο σημείο που βρίσκεται ο χρήστης (πχ. ανάμεσα σε κτίρια, ενδεχομένως να υπάρχει μια αντανάκλαση του σήματος κλπ) Επίσης Οφείλεται και στον κατασκευαστή του κινητού τηλεφώνου και στην τιμή του. Τα ακριβότερα και επώνυμα κινητά τηλέφωνα έχουν καλύτερη ακρίβεια. Σε αυτήν την περίπτωση η εφαρμογή βάζει μια προσθήκη μπροστά από το όνομα (π.χ 3600_40.6266675,22.4368921).

Στο κινητό υπάρχουν οι τρεις φάκελοι (εικόνα 11):

- Puddles_log_frames

Σε αυτόν τον φάκελο υπάρχουν οι φωτογραφίες που έχουν παραχθεί από την εφαρμογή, ανάλογα με τις ρυθμίσεις που βάλουμε στα δευτερόλεπτα.

- Puddles_log_map
Εδώ πλέον θα υπάρχουν οι φωτογραφίες οι οποίες έχει επεξεργαστεί και κατηγοριοποιηθεί. Υπάρχουν 3 Υπο-φάκελοι. Ο τίτλος των φωτογραφιών είναι το γεωγραφικό στίγμα τους.
- Puddles_log_Video
Σε αυτόν το φάκελο υπάρχουν τα αρχικά βίντεο που δημιουργήθηκαν



Εικόνα 11: Στιγμιότυπο από τους φάκελους όπου υπάρχουν τα βίντεο και οι φωτογραφίες

4.9 Επεξεργασία από το Μοντέλο Μηχανικής μάθησης

Στα μοντέλα μηχανικής μάθησης θα πρέπει πρωτίστως να εκπαιδευτούν με πρότυπα. Έτσι ώστε αναλόγως τον αλγόριθμο και μέθοδο να μπορέσουν να παραξουν σωστά αποτελέσματα.

Προϋπόθεση να υπάρχει σωστό σύνολο δεδομένων (Data Set) για την εκπαίδευση του μοντέλου. Στο δικό μας μοντέλο θα χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο του Συνελεκτικού Δικτύου (CNN) κάνοντας χρήση των συναρτήσεων ReLu και softmax.

4.10 Διαχωρισμός δεδομένων και εκπαίδευση

Τα δεδομένα τα έχουμε ταξινομήσει σε 4 φάκελους: ‘καλός’, ‘μικρή λακκούβα’, ‘μεσαία λακκούβα’ και μεγάλη λακκούβα’ ("good", "poor", "satisfactory", "very_poor"). Χωρίζω τα δεδομένα μου σε X και Y αναπροσαρμόζουμε το μέγεθος των όλων των εικόνων.

```
import os
import cv2
```

```

data_dir = "...path...."
labels = ["good", "poor", "satisfactory", "very_poor"]
x = []
y = []
for label in labels:
data = os.path.join(data_dir,label)
for image in os.listdir(data):
try:
im = cv2.imread(os.path.join(data,image),cv2.IMREAD_COLOR)
im = cv2.resize(im,(224,224))

x.append(im)
y.append(labels.index(label))

```

Τα δεδομένα είναι σε μορφή λίστας. Αυτά τα μετατρέπουμε σε πίνακα και ομαλοποιούμε τα δεδομένα εισόδου (normalize, rescaling). Οι μεταβλητές εισόδου μπορεί να έχουν διαφορετικές μονάδες εισόδου και βάρη.

Στην συνέχεια καλώντας από την Βιβλιοθήκη της γλώσσας Python (tensorflow και keras), αρχίζω την ανάλυση των εικόνων.

```

from tensorflow.keras.utils import to_categorical
import tensorflow as tf
.
.
.
from tensorflow.keras.preprocessing.image import ImageDataGenerator

```

Τα δεδομένα μας πρέπει για διαχωριστούν σε δεδομένα εκπαίδευσης και δεδομένα δοκιμής. Συνήθως το 80% χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση και το 20% για να δοκιμάσουμε την αποτελεσματικότητα του Μοντέλου . Γίνετε με την χρήση της παρακάτω εντολής:

```

from sklearn.model_selection import train_test_split
x_train,x_test,y_train,y_test = train_test_split(x,y)

```

Μετά των διαχωρισμό, πλέον χρησιμοποιούμε τον αλγόριθμο του Συνελεκτικού Δικτύου (CNN) και της συναρτήσεις ReLu και softmax

```

model = tf.keras.Sequential([
tf.keras.layers.Conv2D(32,(5,5),padding
='same',strides=(2,2),activation='relu',input_shape=(224,224,3)),
tf.keras.layers.MaxPooling2D((2,2)),
tf.keras.layers.Conv2D(64,(5,5),padding='same',strides=(2,2),activation='relu'),
tf.keras.layers.MaxPooling2D((2,2)),
tf.keras.layers.Conv2D(128,(5,5),padding='same',strides=(2,2),activation='relu'),

```

```

tf.keras.layers.MaxPooling2D((2,2)),
tf.keras.layers.Conv2D(128,(5,5),padding='same',strides=(2,2),activation='relu'),
tf.keras.layers.Flatten(),
tf.keras.layers.Dense(256,activation='relu'),
tf.keras.layers.Dropout(0.3),

tf.keras.layers.Dense(4,activation='softmax')
])
model.compile(optimizer='adam',loss='categorical_crossentropy',metrics=['accuracy'])

```

Με την εκπαίδευση του μοντέλου δοκιμάζουμε την ευστοχία του ‘Accuracy’,

```

Predicting .....
1/1 [=====] - 0s 0s/step
[[0.00229352 0.00495542 0.00212145 0.9906296 ]]
3
Very_Poor
The predicted profile is a Very_Poor with accuracy = 0.9906296
Predicting .....
1/1 [=====] - 0s 0s/step
[[0.01454822 0.83598995 0.12636103 0.02310073]]
1
Poor
The predicted profile is a Poor with accuracy = 0.83598995
Predicting .....
1/1 [=====] - 0s 0s/step
[[0.00961493 0.8789939 0.09636899 0.01502219]]
1
Poor
The predicted profile is a Poor with accuracy = 0.8789939
Predicting .....
1/1 [=====] - 0s 0s/step
[[0.01849446 0.44776428 0.4907329 0.04300828]]
2
Satisfactory
The predicted profile is a Satisfactory with accuracy = 0.4907329

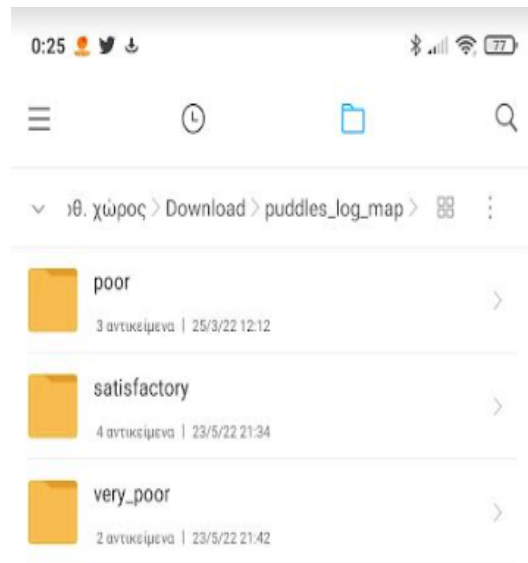
```

Εικόνα 12: Στιγμιότυπο ποσοστό ακρίβειας εκπαιδευμένου μοντέλου

Όπως φαίνεται και στην εικόνα υπάρχουν ποσοστά που τείνουν στο 1. Σημαίνει ότι η εικόνα που ταξινομήθηκε είναι πχ. κατηγορίας 3 (very poor) κατά 99%. Αντιθέτως, την τελευταία εικόνα τη κατάταξε στην κατηγορία 2 (satisfactory), αλλά με ένα ποσοστό 49%. Πιθανόν να οφείλετε στην ποιότητα και ευκρίνεια της εικόνας. Υπάρχει και ο τελικός έλεγχος του χρήστη βλέποντας τις εικόνες να κρίνει και αυτός το αποτέλεσμα.

Εφόσον έχουμε ολοκληρώσει την εκπαίδευση του μοντέλου και θεωρήσουμε ικανοποιημένοι από την ακρίβεια του μοντέλου. Έχουμε δημιουργήσει πλέον 3 φακέλους και αναλόγως την ταξινόμηση της εικόνας αποθηκεύεται και στον αντίστοιχο φάκελο, (μέτρια λακκούβα, μεσαία λακκούβα και μεγάλη λακκούβα). Οι φωτογραφίες που έχουν ταξινομηθεί σαν καλές, δεν τις χρειαζόμαστε και δεν τις αποθηκεύουμε ξανά. Στην εφαρμογή εμφανίζουμε μόνο τα σημεία που έχουν κακοτεχνίες έτσι κι

αλλιώς. Στην εικόνα 13 βλέπουμε τους 3 υπο-φακέλους, στους οποίους υπάρχουν οι ταξινομημένες φωτογραφίες. Οι φωτογραφίες μεταφέρονται με αντιγραφή στο κινητό μας τηλέφωνο.



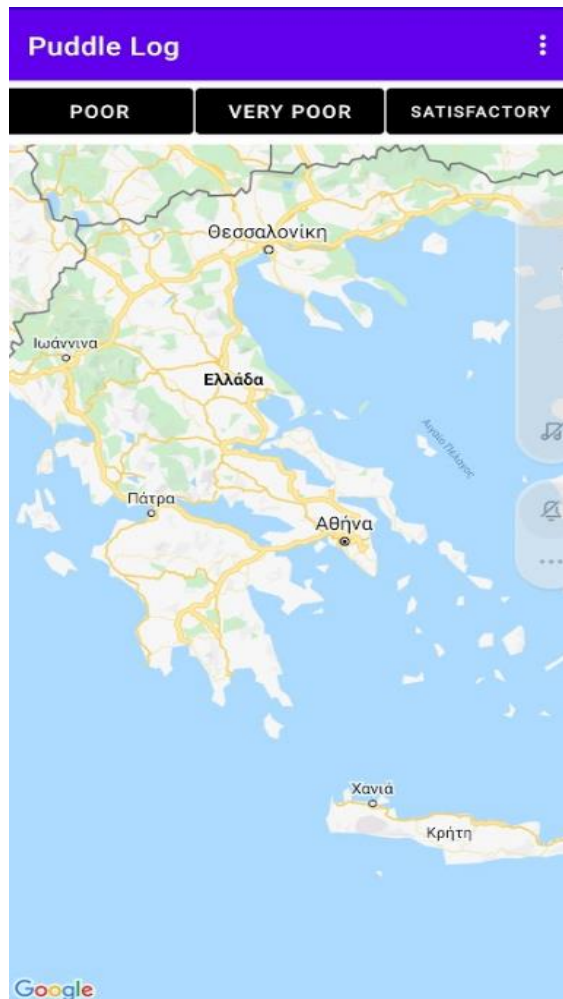
Εικόνα 13: Στιγμιότυπο των 3 φακέλων που υπάρχουν οι ταξινομημένες φωτογραφίες

4.11 Οθόνη χαρτών (MapActivity.java)

Σε αυτή την οθόνη προβάλλουμε τους χάρτες και τους markers (σημεία στο χάρτη), οι οποίοι παραπέμπουν στο σημείο που σχετίζεται γεωγραφικά μια εικόνα όταν έγινε η καταγραφή βίντεο και αυτό πέρασε από μετατροπή. Αρχικά θα γίνει κλήση στη μέθοδο createDirs και θα δημιουργήσει το φάκελο puddles_log_map εάν δεν υπάρχει στο φάκελο Downloads στην εξ. μνήμη. Εντός του φακέλου αυτού, θα δημιουργηθούν οι υποφάκελοι: poor, satisfactory και very_poor. Σημειώνεται ότι ο χρήστης χρειάζεται να μεταφέρει χειροκίνητα τις εικόνες σε αυτούς τους φακέλους στη συσκευή του έπειτα από την επεξεργασία τους με βάση το μοντέλο που εκτελείται σε υπολογιστή.

Μετά θα γίνει έλεγχος ενεργής σύνδεσης στο Internet με τη μέθοδο isOnline. Εάν αυτή επιστρέψει false, θα εμφανιστεί σύντομο μήνυμα ενημερώνοντας τον χρήστη ότι η σύνδεση Internet είναι απαραίτητη για την προβολή των χαρτών. Ο χάρτης προβάλλεται σε αντικείμενο SupportMapFragment και αποδίδεται ασύγχρονα, δηλαδή όχι στο κύριο UI νήμα του app.

Όταν ο χάρτης αρχικοποιηθεί και εμφανιστεί στην οθόνη, ενημερωνόμαστε με το συμβάν onMapReady και εδώ θα εκτελέσουμε τη μέθοδο collectImages, η οποία θα συλλέξει από τους φακέλους όλες τις εικόνες για κάθε κατηγορία (Poor, Very Poor και Satisfactory) με τη βοήθεια της μεθόδου walkImages και θα τις εισάγει σε αντίστοιχες καθολικές μεταβλητές: poorImages, veryPoorImages, satisfactoryImages.



Εικόνα 14: Αρχική οθόνη χαρτών

Ο χρήστης έχει τα εξής 3 κουμπιά να πατήσει για να προβάλλει όλες τις εικόνες που ανήκουν σε μια από τις κατηγορίες: Poor, Very Poor και Satisfactory. Το πάτημα του κουμπιού οδηγεί και στον αντίστοιχο φάκελο στην εξ. Μνήμη και θα εκτελεστούν οι παρακάτω ενέργειες:

1. Χρωματισμός του κουμπιού που πατήθηκε για την εμφάνιση ως επιλεγμένο.
2. Δημιουργία λίστας αντικειμένων λακκουβών (makePuddleObjects):

Λαμβάνοντας την καθολική μεταβλητή που σχετίζεται με την επιλογή του χρήστη και μέσω ενός βρόγχου που θα διατρέξει όλα τα στοιχεία/αρχεία της μεταβλητής images (ο αντίστοιχος φάκελος με βάση την επιλεγμένη κατηγορία) που δίνεται ως όρισμα στη μέθοδο θα χωριστεί το όνομα του αρχείου κάθε εικόνας με βάση το _ και το 2^ο μέρος του 1^ο χωρισμού θα χωριστεί διαδοχικά με βάση το κόμμα (,) με σκοπό να λάβουμε το γεωγ. στίγμα της εικόνας αφού μετατραπεί πρώτα σε αντικείμενο Double και τελικά σε αντικείμενο LatLng, ένα εγγενές αντικείμενο του Android για τη διαχείριση και αναπαράσταση μιας γεωγ. τοποθεσίας. Θα γίνει έλεγχος (μέθοδος checkExistingLatLng) εάν το στίγμα υπάρχει ήδη (ισούται με το στίγμα σε

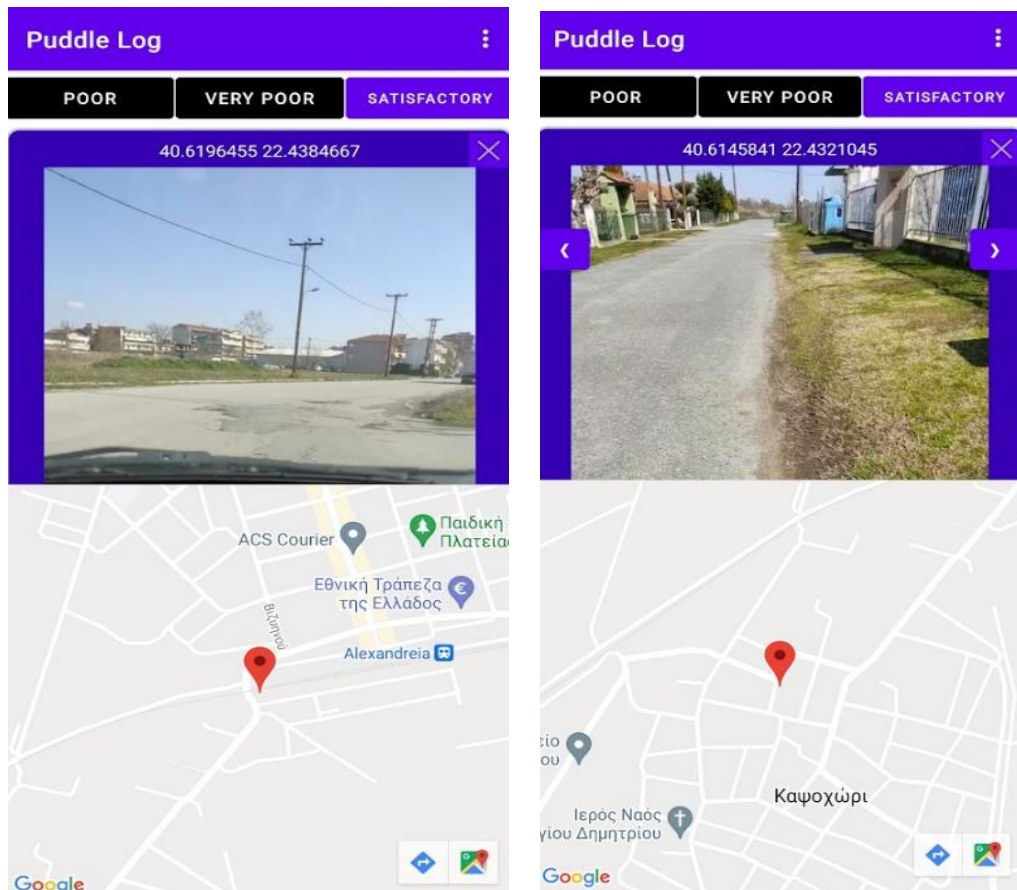
υφιστάμενο στοιχείο) στη λίστα των αντικειμένων τύπου Puddle, έτσι ώστε στο υφιστάμενο στοιχείο που βρέθηκε να προστεθεί η συσχετιζόμενη εικόνα με το στίγμα, αφού δεν μπορεί να αποδοθεί ξεχωριστό (δεύτερο marker) στο χάρτη στην ακριβώς ίδια τοποθεσία. Ο λόγος που το κάνουμε αυτό, είναι ότι υπάρχει περίπτωση 2 ή περισσότερες εικόνες να έχουν ακριβώς την ίδια τοποθεσία κατά την καταγραφή βίντεο. Επομένως αυτές τις εικόνες χρειάζεται να τις εμφανίσουμε επί του ίδιου marker στο χάρτη. Στο βρόγχο εφόσον εντοπιστεί γεωγ. τοποθεσία δημιουργούμε ένα νέο αντικείμενο Puddle ορίζοντας επί αυτού την επιλεγμένη κατηγορία, ένα ή περισσότερα αρχεία συσχετιζόμενα αρχεία εικόνων και το γεωγ. στίγμα και προσθέτουμε αυτό το αντικείμενο στη λίστα/μεταβλητή puddles, η οποία περιλαμβάνει τα δεδομένα για όλες τις λακκούβες.

3. Πρόσθεση markers στο χάρτη (μέθοδος addMarkers): Θα γίνει έλεγχος εάν έχουμε λακκούβες, δηλαδή η μεταβλητή puddles δεν είναι κενή και ότι ο χρήστης έχει επιλέξει κατηγορία και έτσι ένας βρόγχος θα διατρέξει όλα τα στοιχεία της λίστα με τις λακκούβες αγνοώντας τα στοιχεία που τυχόν δεν ανήκουν στην επιλεγμένη κατηγορία ελέγχοντας την κατηγορία κάθε στοιχείου. Με το αντικείμενο MarkerOptions θα δημιουργήσουμε νέο αντικείμενο marker και θα ορίσουμε την τοποθεσία του στο χάρτη με βάση το στίγμα της εκάστοτε λακκούβας στο βρόγχο. Επίσης θα ορίσουμε στο tag κάθε marker τον εκάστοτε δείκτη του βρόγχου και αρχικοποιούμε έναν ακροατή συμβάντος όταν ο χρήστης κάνει click σε ένα marker και λαμβάνουμε το δείκτη του κλικαρισμένου marker με βάση το tag του, το οποίο ορίσαμε πριν από λίγο και η λακκούβα σε αυτό το marker γίνεται ενεργή μιας που θα προβληθούν οι πληροφορίες γι' αυτή. Θα εμφανίσουμε το αρχικά κρυφό layout που έχουμε δημιουργήσει για να προβάλλουμε πληροφορίες για τη λακκούβα (αρχείο layout/puddle.xml). Για κάθε λακκούβα προβάλλουμε τη γεωγραφική του τοποθεσία και την πρώτη συσχετιζόμενη εικόνα αξιοποιώντας τη βιβλιοθήκη Picasso. Εάν το marker σχετίζεται με 2 ή περισσότερα αρχεία, τότε εμφανίζουμε τα βέλη πλοήγησης των εικόνων του. Θα ορίσουμε τα γεωγ. όρια του χάρτη με βάση τις συλλεχθείσες γεωγραφικές τοποθεσίες έτσι ώστε το zoom του χάρτη να προσαρμοστεί σε αυτά με αποτέλεσμα η κάμερα του χάρτη να περιλαμβάνει όλα τα markers χρησιμοποιώντας το αντικείμενο LatLngBounds.



Εικόνα 15: Εικόνα με το στίγματα κακοτεχνιών

4. Πλοήγηση στις εικόνες του marker (μέθοδοι gotoPrevFile και gotoNextFile): Όταν ο χρήστης επιλέξει την επόμενη εικόνα (εφόσον υπάρχει) για μια λακκούβα που προβάλλεται μια δεδομένη στιγμή τότε αυξάνουμε τη μεταβλητή currentFilePos κατά 1 (αρχικά είναι 0) και θα προβληθεί η επόμενη εικόνα με βάση την τιμή της μεταβλητής. Όταν δεν έχουμε άλλες επόμενες εικόνες (με βάση την τιμή της μεταβλητής και του μεγέθους της λίστας των συσχετιζόμενων εικόνων) τότε θέτουμε τη μεταβλητή ως 0 έτσι ώστε να συνεχίσει η πλοήγηση από την πρώτη εικόνα. Όταν ο χρήστης επιλέξει την προηγούμενη εικόνα μειώνουμε τη μεταβλητή κατά 1 και έτσι εμφανίζεται η προηγούμενη εικόνα. Όταν δεν υπάρχουν άλλες προηγούμενες εικόνες (προβάλλουμε την πρώτη εικόνα), τότε η πλοήγηση συνεχίζει από την τελευταία εικόνα.



Εικόνα 16: Εμφάνιση εικόνων από αντίστοιχα στίγματα

Τέλος, η μέθοδος `closePuddleLayout` θα εκτελεστεί όταν ο χρήστης πατήσει το κουμπί X πάνω δεξιά στη διάταξη των πληροφοριών της λακούβας και έτσι η διάταξη θα κρυφτεί. Οι μεταβλητές πλοήγησης στις εικόνες και της ενεργής προβαλλόμενης λακούβας αρχικοποιούνται και θέτουμε τις τιμές τους σε 0.

5

5. Προβλήματα και επίλυση

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναφερθούμε στα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά την υλοποίηση της εφαρμογής στην εκπαίδευση του μοντέλου και πως τα αντιμετωπίσαμε βρίσκοντας λύσεις σε όλα τα θέματά μας.

5.1 Εφαρμογή Android

Η αρχική σκέψη ήταν η εφαρμογή του κινητού τηλεφώνου να «τραβάει» φωτογραφίες αυτόματα σε συγκεκριμένο χρόνο. (πχ. ανά 2 δευτερόλεπτα να τραβιέται φωτογραφία). Όμως η Google από την αναβάθμιση του Android SDK 21 και μετά, δεν επιτρέπει την αυτόματη λήψη φωτογραφιών χωρίς τη διάδραση του χρήστη. Οπότε αποφασίστηκε να καταγράψουμε βίντεο και φυσικά τις αντίστοιχες γεωγραφικές συντεταγμένες σε κάθε (πχ. δευτερόλεπτο του βίντεο). Οπότε τα frames παραμετροποιήθηκαν ανά (πχ. δευτερόλεπτο) από την πλευρά του χρήστη και να συσχετιστούν με τις συντεταγμένες. Αυτά στην συνέχεια αποθηκεύονται σαν εικόνες με όνομα αρχείου με τις συγκεκριμένες γεωγραφικές συντεταγμένες. Όταν υπάρχουν περισσότερες φωτογραφίες με ίδιες συντεταγμένες γίνεται μια προσθήκη ενός αύξων αριθμού.

Σκοπός της εργασίας ήταν ολόκληρη η διαδικασία να γινόταν από το κινητό, πλην την εκπαίδευση του μοντέλου. Το πρόγραμμα είναι γραμμένο σε python. Το Android δεν μπορεί να εκτελέσει με άμεσο τρόπο python application. Μία σκέψη ήταν αν θα μπορούσε να γίνει αυτό εάν ανεβάζαμε το python app σε ένα cloud server έτσι ώστε να μπορεί να το "καλέσει" το Android.

Θα μπορούσαμε να το κάνουμε με την εκτέλεση του python script μέσω cloud server. Δεν ήμασταν σίγουροι ότι είναι εφικτό.

Τώρα όσον αφορά την εκτέλεση του android app, ήταν αναγκαία η αγορά εξοπλισμού που θα επιτρέπει την συσκευή να είναι σταθερή στην οδήγηση, καθώς οι δρόμοι μας αποτελούνται από μύριες λακκούβες και θα κάνει την κάμερα να χάνει το focus. Επίσης θα έπρεπε η συσκευή να έχει καλή κάμερα για να επιτύχουμε καλύτερα αποτελέσματα. Τα Samsung και Sony κινητά έχουν γενικά καλή κάμερα. Τα δευτερόλεπτα τεμαχισμού σε εικόνες ίσως χρειαστεί να είναι λίγα στην αρχή της διαδικασίας, και μόνο όταν βλέπουμε ότι τα παραγόμενα βίντεο δεν έχουν πολλά "κουνήματα", τότε μπορούμε να τα αυξήσουμε.

5.2 Εκπαίδευση μοντέλου

Όσον αφορά την εκπαίδευση του Μοντέλου προκύψαν τα παρακάτω προβλήματα.

Το μοντέλο είναι γραμμένο σε python script που απαιτεί να υπάρχει CUDA τεχνολογία στον υπολογιστή. Η CUDA τεχνολογία μπορεί να εκτελεστεί μόνο σε συστήματα που έχουν Nvidia κάρτα γραφικών. Επομένως θα μπορούσαμε να το βάλουμε σε κάποιον παραδοσιακό Διακομιστή (Server). Παρόλου ο διακομιστής είχε αρκετές δυνατότητες σε σχέση με ένα Η/Υ γραφείου, το script σε παραδοσιακό server επίσης δεν είχε καλά αποτελέσματα.

Επίσης, μπορούσαμε να πάμε σε λύσεις GPU processing. Η Google για παράδειγμα παρέχει ενοικίαση server με GPU processing με αρκετά μεγάλο κόστος συγκριτικά.

```
In [2]: runfile('C:/diplomatic/14_3_22_py_code/train_code.py', wdir='C:/diplomatic/14_3_22_py_code')
Reloaded modules: __autograph_generated_filee1x69hff, __autograph_generated_filecibpxf7d
C:/diplomatic/backup
15216
15216
Traceback (most recent call last):

  File "C:\diplomatic\14_3_22_py_code\train_code.py", line 52, in <module>
    np.unique(x)

  File "<__array_function__ internals>", line 5, in unique

  File "C:\Users\mauri\anaconda3\lib\site-packages\numpy\lib\arraysetops.py", line 262, in unique
    ret = _unique1d(ar, return_index, return_inverse, return_counts)

  File "C:\Users\mauri\anaconda3\lib\site-packages\numpy\lib\arraysetops.py", line 325, in _unique1d
    mask = np.empty(aux.shape, dtype=np.bool_)

MemoryError: Unable to allocate 2.13 GiB for an array with shape (2290434048,) and data type bool
```

Εικόνα 17: Ενδεικτική εικόνα μηνύματος λάθους

Τελικά βρέθηκε κάρτα γραφικών nvidia και μπόρεσε και έτρεξε οριακά το μοντέλο εκπαίδευσης. Φυσικά οι τιμές του επεξεργαστή, της μνήμης και ειδικά της κάρτας γραφικών λειτουργούσαν στα όρια τους με μεγάλες καθυστερήσεις.

5.3 Data Set

Το Data set δεν ήταν εύκολο να βρεθεί. Δυστυχώς δεν υπήρχαν και πολλά στο διαδίκτυο. Υπήρξε ένα ταξινομημένο με περίπου 2700 φωτογραφίες. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε αυτό. Δεν ήταν αρκετό όμως. Βρέθηκε στη συνέχεια και κάποιο άλλο που είχε αρκετές αταξινομητες φωτογραφίες. Συνοδευόταν από ένα Xml αρχείο το οποίο είχε στοιχεία για κάθε φωτογραφία. Οπότε έχοντας το xml μπορέσαμε και εξορύξαμε περίπου 13000 φωτογραφίες ταξινομημένες πλέον. Ήταν φωτογραφίες από τρεις περιοχές. Της Τσεχίας, Ιαπωνίας και Ινδίας.

Επίσης κάνοντας χρήση της εφαρμογής συλλέξαμε περίπου 1700 φωτογραφίες από την δική μας ευρύτερη περιοχή. Τις ταξινομήσαμε και τις ομαδοποιήσαμε και αυτές για την εκπαίδευση του μοντέλου.

6

6. Συμπεράσματα – Χρήσεις

Σκοπό της εργασίας ήταν και είναι η καταγραφή του οδοστρώματος, η ανάλυση του και το αποτέλεσμα της ανάλυσης να αποτυπώνετε σε ένα στίγμα πάνω σε ένα χαρτί έχοντας τις γεωγραφικές συντεταγμένες. Επίσης πατώντας πάνω στο στίγμα να εμφανίζονται οι εικόνες αυτές. Θα ήταν ιδανικό ολόκληρη η διαδικασία να γινόταν από το κινητό τηλέφωνο και μόνο.

Δυστυχώς οι τεχνολογικές δυνατότητες στα κινητά, αυτήν την στιγμή που μιλάμε (επεξεργαστές και μνήμες) δεν είναι τέτοιες, που το επιτρέπουν στα κινητά τηλέφωνα να το κάνουν .

Ενδεχομένως πολύ σύντομα θα είναι σε θέση να κάνουν περισσότερα πράγματα μιας και η τεχνολογική ανάπτυξη ειδικά στα κινητά, είναι ραγδαία, έτσι ώστε να αποφευχθεί ο ενδιάμεσος Η/Υ (διακομιστής ή cloud server) για να ολοκληρωθεί την διαδικασία.

6.1 Χρήσεις

Η χρήση της συγκεκριμένης εφαρμογής είχε και έχει ως σκοπό να βοηθήσει για παράδειγμα μια εταιρία οδοποιίας (πχ Εγνατία Οδός) ή δημόσιες υπηρεσίες (πχ. Περιφέρειες και δήμοι) που ασχολούνται με την συντήρηση των δρόμων, να μπορούν να καταγράφουν συγκεκριμένες διαδρομές και να εντοπίζουν τις κακοτεχνίες. Στην συνέχεια να μελετώνται τα αποτελέσματα και το συνεργείο να είναι τώρα υπεύθυνο να διορθώσει το οδόστρωμα - κακοτεχνία.

Έχοντας τις συγκεκριμένες τοποθεσίες στον χάρτη, αλλά και την εικόνα που του εμφανίζει η εφαρμογή για το μέγεθος βλάβης που υπάρχει, να πηγαίνει στοχευμένα και γρήγορα για να διορθώσει το πρόβλημα αυτό.

6.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Όπως αναφέραμε και στην προηγούμενη παράγραφο, στο μέλλον θα ήταν καλό να γινόταν από μια συσκευή. Από κει και πέρα θα μπορούσε και να καταγράφει τον δρόμο και ενδεχομένως να προειδοποιεί, οπτικά και ακουστικά, σε πραγματικό χρόνο τον οδηγό για την επικείμενη κακοτεχνία του οδοστρώματος. Βάζοντας το κινητό/κάμερα του αυτοκίνητου, σε τέτοια θέση ώστε να το βλέπει από μακριά.

Η ίδια η Android εφαρμογή, με ανάλογες τροποποιήσεις θα μπόρεσε να χρησιμοποιηθεί πχ. Καταγραφή μια διαδρομής πχ. για περπατητές στο δάσος, αποτυπώνοντάς συγκεκριμένες διαδρομές και τα αντίστοιχα σημεία για ξεκούραση, παγκάκια, καταφύγια κλπ.

Ακόμη θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για καταγραφή φθαρμένων πινακίδων οδοσήμανσης και στην συνέχεια την αποκατάστασης τους.

7

Βιβλιογραφία

- [1] S. S. Shaji και A. Varghese, ‘Unsupervised Segmentation of Images using CNN’, στο *2020 International Conference on Smart Electronics and Communication (ICOSEC)*, Σεπτεμβρίου 2020, σσ. 403–406. doi: 10.1109/ICOSEC49089.2020.9215311.
- [2] G. Aşci και M. E. Karşlıgil, ‘Road Damage Detection via in Car Cameras’, στο *2020 28th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU)*, Οκτωβρίου 2020, σσ. 1–4. doi: 10.1109/SIU49456.2020.9302086.
- [3] ‘Android | The platform pushing what’s possible’, *Android*. <https://www.android.com/> (ημερομηνία πρόσβασης 12 Ιούνιος 2022).
- [4] A. Sarkar, A. Goyal, D. Hicks, D. Sarkar, και S. Hazra, ‘Android Application Development: A Brief Overview of Android Platforms and Evolution of Security Systems’, στο *2019 Third International conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, Δεκεμβρίου 2019, σσ. 73–79. doi: 10.1109/I-SMAC47947.2019.9032440.
- [5] Y. Zhang, ‘MVC Algorithm Design of Smart Mobile Marketing Micro-Classroom System based on Android SDK Technology’, στο *2022 International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems (ICSCDS)*, Απριλίου 2022, σσ. 1460–1464. doi: 10.1109/ICSCDS53736.2022.9760889.
- [6] ‘SQLite Home Page’. <https://www.sqlite.org/index.html>
- [7] ‘Java | Oracle’. <https://www.java.com/en/>
- [8] ‘Kotlin for Android | Kotlin’, *Kotlin Help*. <https://kotlinlang.org/docs/android-overview.html>
- [9] ‘2020-SPS-performance-standard.pdf’ :<https://www.gps.gov/technical/ps/2020-SPS-performance-standard.pdf>
- [10] Σ. Μεντεκίδης, ‘Ίδρυση Δικτύου GPS στο campus του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης’, *Establ. Local GPS Ref. Netw. Campus Area Alexander Technol. Educ. Inst. Thessalon.*, Ιανουαρίου 2017, Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Ιούνιος 2022. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: https://www.academia.edu/78881000/Establishment_of_a_local_GPS_reference_network_in_the_campus_area_of_the_Alexander_Technological_Educational_Institute_of_Thessaloniki
- [11] ‘The Institute of Navigation’. <https://www.ion.org/>

- [12] H. Li και L. Zhijian, ‘The study and implementation of mobile GPS navigation system based on Google Maps’, στο *2010 International Conference on Computer and Information Application*, Δεκεμβρίου 2010, σσ. 87–90. doi: 10.1109/ICCIA.2010.6141544.
- [13] I. M. Wirawan κ.ά., ‘Vehicle Position Tracker Using Simple Global Positioning System that Integrated to Smartphone’, στο *2021 7th International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)*, Οκτωβρίου 2021, σσ. 547–552. doi: 10.1109/ICEEIE52663.2021.9616733.
- [14] A. N. Yousif και A. S. Elameer, ‘An Expert System for the Tourism Destinations in IRAQ Based on the Google Maps API’, στο *2018 1st Annual International Conference on Information and Sciences (AiCIS)*, Νοεμβρίου 2018, σσ. 1–6. doi: 10.1109/AiCIS.2018.00014.
- [15] ‘3.10.5 Documentation’. <https://docs.python.org/3/>
- [16] ‘Deep Learning With TensorFlow: A Review - Bo Pang, Erik Nijkamp, Ying Nian Wu, 2020’. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.3102/1076998619872761> (ημερομηνία πρόσβασης 9 Ιούνιος 2022).
- [17] A. Alfarrarjeh, D. Trivedi, S. H. Kim, και C. Shahabi, ‘A Deep Learning Approach for Road Damage Detection from Smartphone Images’, στο *2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, Δεκεμβρίου 2018, σσ. 5201–5204. doi: 10.1109/BigData.2018.8621899.
- [18] *ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ*. Κ. Διαμαντάρας - Δ. Μπότσης, 2019, Αθηνά, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Κλειδάριθμος.
- [19] ‘theFile.pdf’. Ημερομηνία πρόσβασης: 9 Ιούνιος 2022. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://estia.hua.gr/file/lib/default/data/19713/theFile>
- [20] ‘Tensorflow’, *TensorFlow*. <https://www.tensorflow.org/>
- [21] B. Pang, E. Nijkamp, και Y. N. Wu, ‘Deep Learning With TensorFlow: A Review’, *J. Educ. Behav. Stat.*, τ. 45, τχ. 2, σσ. 227–248, Απριλίου 2020, doi: 10.3102/1076998619872761.
- [22] ‘NVIDIA Documentation Center’, *NVIDIA Developer*, 13 Μάιος 2021. <https://docs.nvidia.com>
- [23] K. Team, ‘Keras documentation: About Keras’. <https://keras.io/about/>