



ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

ΑΝΔΡΕΑΣ ΦΙΛΙΠΠΟΠΟΥΛΟΣ

Επιβλέπων: Δρ. Μηνάς Δασυγένης

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Και Μηχανικών Υπολογιστών
Εργαστήριο Ρομποτικής, Ενσωματωμένων και Ολοκληρωμένων Συστημάτων

<https://arch.ece.uowm.gr>

Κοζάνη, Οκτώβριος 2025

Δομή Παρουσίασης

- ▶ Ορισμός του Προβλήματος
- ▶ Ανάλυση και Σχεδίαση Εφαρμογής
- ▶ Πειραματική Διαδικασία και Αξιολόγησης
- ▶ Συμπεράσματα και Μελλοντικές Επεκτάσεις
- ▶ Σύνοψη Παρουσίαση της Εφαρμογής

Ορισμός του Προβλήματος

- ▶ Οι μεταφορές αποτελούν θεμέλιο της κοινωνικής και οικονομικής δραστηριότητας
- ▶ Η κυκλοφοριακή συμφόρηση και οι αναξιόπιστες μετακινήσεις μειώνουν την ποιότητα ζωής και αυξάνουν τις εκπομπές ρύπων
- ▶ Η ακριβής καταγραφή και παρακολούθηση των ροών κυκλοφορίας είναι κρίσιμη για ορθολογικό σχεδιασμό και βελτιστοποίηση των συστημάτων μεταφορών

Χρήσεις και εφαρμογές των δεδομένων κυκλοφορία

- ▶ Ανάλυση και βελτίωση κυκλοφορίας
- ▶ Σχεδιασμός οδικών υποδομών και κυκλοφοριακών παρεμβάσεων
- ▶ Περιβαλλοντική μελέτες και αξιολόγησης
- ▶ Προγραμματισμός και βελτιστοποίηση δημόσιων μεταφορών



Στόχος της Εργασίας

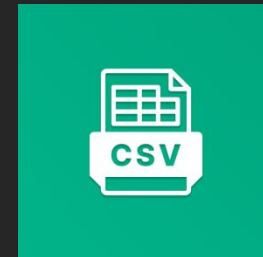
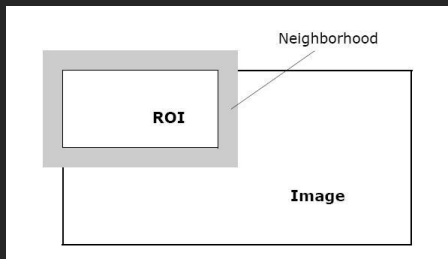
- ▶ Ανάπτυξη εφαρμογής με τη χρήση τεχνικών ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας και υπολογιστικής όρασης
- ▶ Σκοπός της εφαρμογής είναι η αυτόματη ανίχνευση, κατηγοριοποίηση και καταμέτρηση οχημάτων

Γιατί Επιλέχθηκαν Κλασικές Τεχνικές Επεξεργασίας Εικόνας

- ▶ Οι κλασικές τεχνικές υπολογιστικής όρασης προσφέρουν αξιόπιστα αποτελέσματα με χαμηλότερες απαιτήσεις
- ▶ Οι μέθοδοι deep learning απαιτούν ισχυρό και ακριβό υπολογιστικό εξοπλισμό
- ▶ Δεν απαιτούν εκπαίδευση ή διαχείριση μοντέλων, βασίζονται σε ρυθμίσεις παραμέτρων και thresholds

Βασικές Λειτουργίες της Εφαρμογής

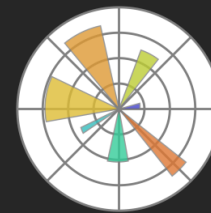
- ▶ Καταμέτρηση και κατηγοριοποίηση οχημάτων από αποθηκευμένα βίντεο ή από ζωντανή ροή
- ▶ Δυνατότητα επιλογής περιοχής ενδιαφέροντος από τον χρήστη για τη διαδικασία καταμέτρησης
- ▶ Αποθήκευση αποτελεσμάτων σε βάση δεδομένων.
- ▶ Προβολή και οπτικοποίηση αποτελεσμάτων μέσω διαγραμμάτων
- ▶ Εξαγωγή δεδομένων σε αρχεία CSV



Γλώσσες Προγραμματισμού και Εργαλεία Ανάπτυξης

Γλώσσα Προγραμματισμού

- ▶ Python



Βιβλιοθήκες & Frameworks

- ▶ OpenCV
- ▶ Matplotlib
- ▶ PyQt5



Βάση Δεδομένων

- ▶ MySQL

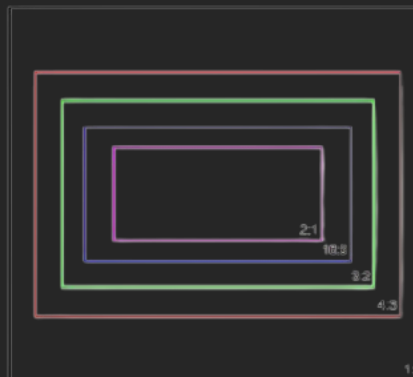
Στάδια Λειτουργίας της Εφαρμογής

- ▶ **Preprocessing:** Αυτόματη φόρτωση κατωφλίων ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού
- ▶ **Vehicle Detection:** Ανίχνευση οχημάτων
- ▶ **Tracking:** Παρακολούθηση οχημάτων
- ▶ **Database Storage:** Αποθήκευση αποτελεσμάτων σε βάση δεδομένων



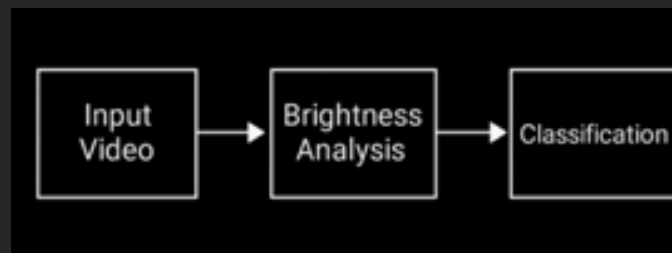
Σταθερή Ανάλυση 640×480

- ▶ Όλα τα βίντεο μετατρέπονται σε ανάλυση 640×480 πριν από την επεξεργασία
- ▶ Η μείωση ανάλυσης μειώνει το υπολογιστικό κόστος
- ▶ Επιτρέπει επαναχρησιμοποίηση σε διαφορετικές αναλύσεις βίντεο, χωρίς ανάγκη βαθμονόμησης και χωρίς επαναρύθμιση των κατωφλίων του ανιχνευτή και του tracker



Ανάλυση και Προσαρμογή Παραμέτρων

- ▶ Υπολογισμός φωτεινότητας
- ▶ Ταξινόμηση βίντεο σε ημερήσιο ή χαμηλού φωτισμού με κατώφλι φωτεινότητας
- ▶ Αυτόματη φόρτωση ρυθμίσεων ανάλογα με την κατηγορία
 - Ημέρα: έμφαση στο εμβαδόν αντικειμένων
 - Χαμηλός φωτισμός: έμφαση στην αναλογία διαστάσεων



Εντοπισμός και Απομόνωση Κινούμενων Αντικειμένων

- ▶ Απομόνωση κινούμενων αντικειμένων με τον αλγόριθμο Background Subtraction MOG2
- ▶ Βελτίωση της δυαδικής μάσκας με μορφολογικές λειτουργίες κλείσιμο και άνοιγμα
- ▶ Εντοπισμός περιγραμμάτων (contours)
- ▶ Περικλείεται το αντικείμενο σε πλαίσιο

Βήματα Ανίχνευσης Κινούμενων Αντικειμένων



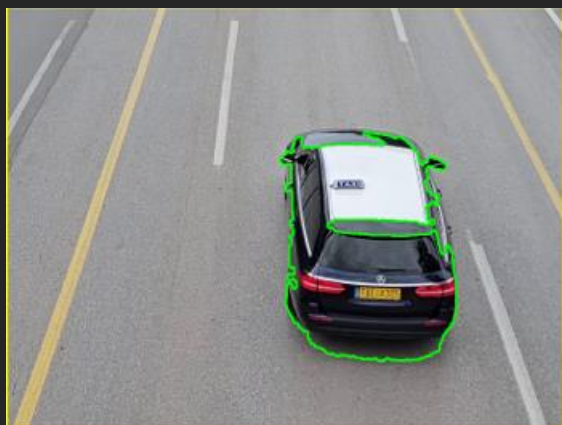
Αρχική εικόνα



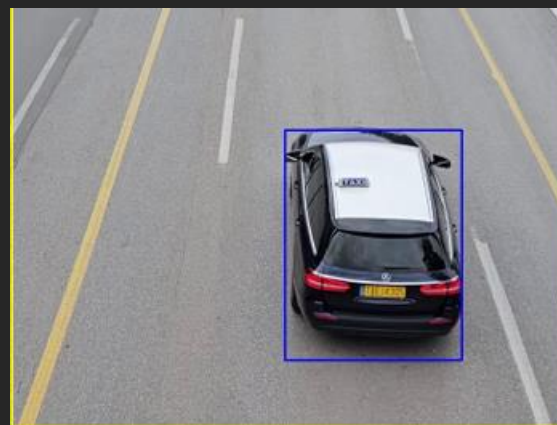
Εικόνα με MOG2



MOG2 + contours



Contours σε αρχική εικόνα

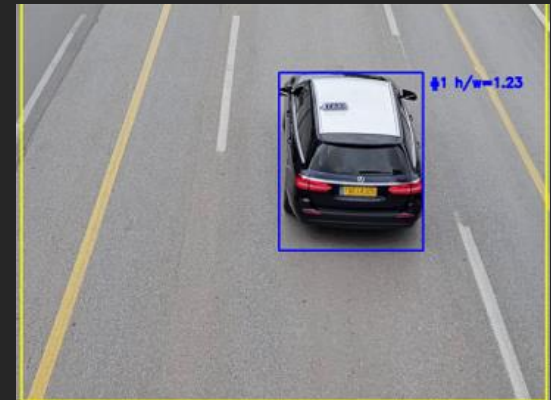
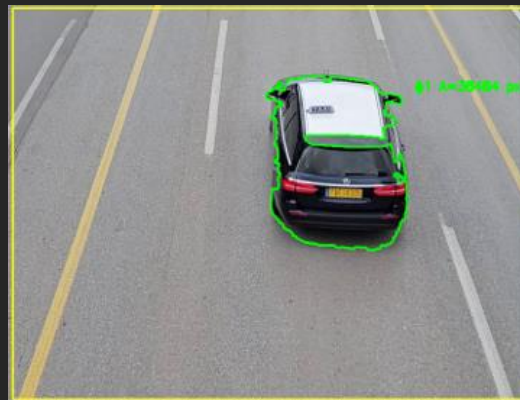


Τελικό αποτέλεσμα

Κριτήρια Κατηγοριοποίησης Αντικειμένων

Η ανίχνευση και κατηγοριοποίηση βασίζεται σε γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ανιχνευμένων περιοχών:

- ▶ Ελάχιστες διαστάσεις
- ▶ Αναλογία διαστάσεων ύψους πλάτους
- ▶ Εμβαδόν αντικείμενου



Παρακολούθηση Οχημάτων με SimpleTracker

- ▶ Παρακολουθεί τα οχήματα με βάση το κεντροειδές και την ευκλείδεια απόσταση μεταξύ διαδοχικών καρτέ
- ▶ Διαθέτει κατώφλι επιβεβαίωσης και μηχανισμός εξαφανίσεων για αξιόπιστη παρακολούθηση τροχιών
- ▶ Δημιουργεί νέο ίχνος όταν δεν υπάρχει αντιστοίχιση με υπάρχουσα τροχιά, αποδίδοντας νέο ID

Παρακολούθηση Οχημάτων με KalmanTracker

- ▶ Κληρονομεί τη διαχείριση ταυτοτήτων και τα κριτήρια επιβεβαίωσης, διαγραφής από τον SimpleTracker
- ▶ Επεκτείνει τον SimpleTracker ενσωματώνοντας φίλτρο Kalman για πρόβλεψη και διόρθωση θέσης
- ▶ Ανθεκτικός σε θόρυβο, μερική απόκρυψη ή προσωρινή απώλεια ανίχνευσης

Βάση Δεδομένων

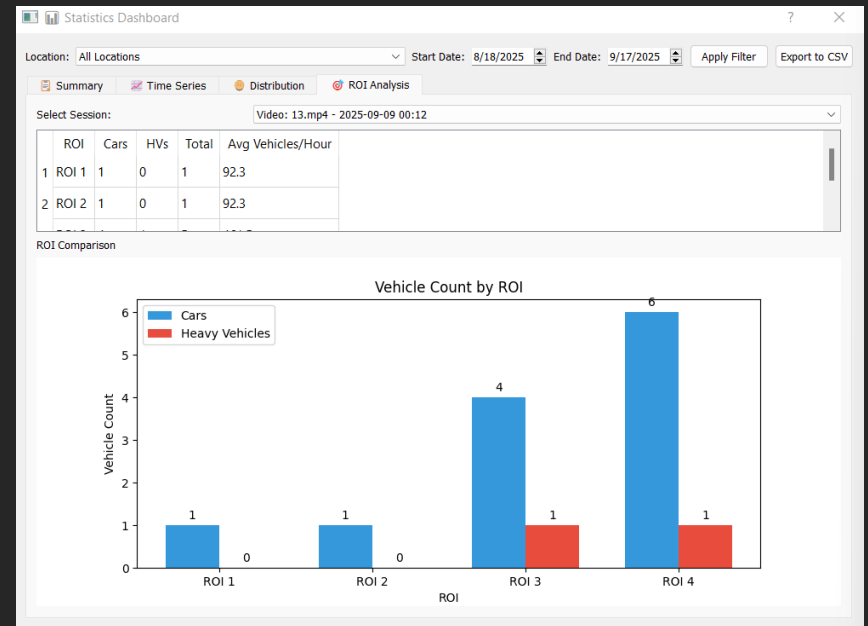
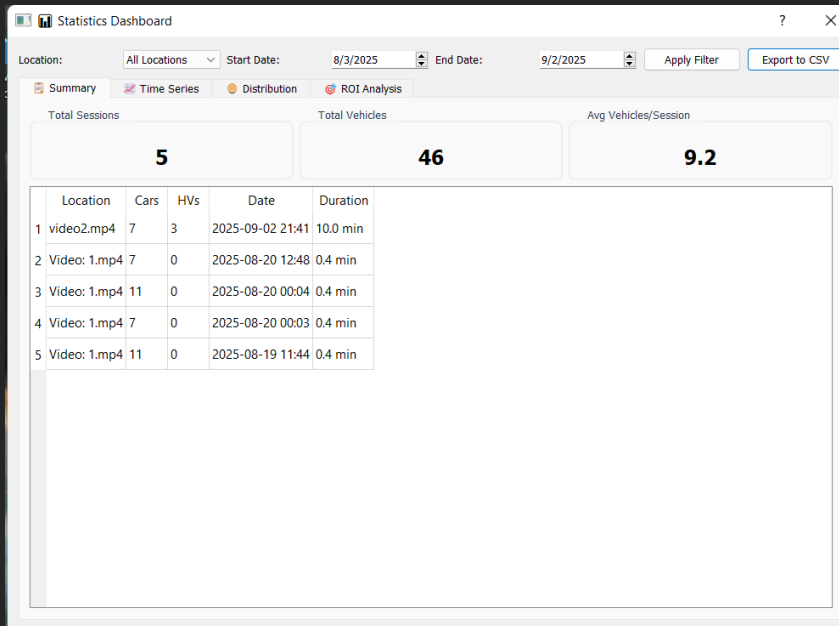
Στόχος:

- ▶ Η οργανωμένη και μόνιμη αποθήκευση των αποτελεσμάτων καταμέτρησης

Τι αποθηκεύεται:

- ▶ Πληροφορίες για κάθε συνεδρία ανάλυσης
- ▶ Αναλυτικά αποτελέσματα ανά περιοχή ενδιαφέροντος
- ▶ Presets: αποθηκεύουν ROIs και παραμέτρους λειτουργίας του ανιχνευτή και του tracker

Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Καταμέτρησης



Πειραματική Διαδικασία

- ▶ Η εφαρμογή δοκιμάστηκε σε βίντεο διαφορετικής ανάλυσης (640×360 έως 1920×1080)
- ▶ Οι περιοχές ενδιαφέροντος σχεδιάστηκαν αποκλειστικά πάνω στο οδόστρωμα και διαδοχικά χωρίς επικαλύψεις, αποφεύγοντας σταθμευμένα οχήματα
- ▶ Οι μετρήσεις της εφαρμογής συγκρίθηκαν με χειροκίνητες παρατηρήσεις

Παράδειγμα Σχεδίασης Περιοχών Ενδιαφέροντος

Live Monitoring

Total – Cars: 4 | HVs: 0

FPS: 28.6

ROI 1
C:2 H:0

ROI 2
C:0 H:0

ROI 3
C:1 H:0

ROI 4
C:1 H:0

Cars: 4 | Heavy Vehicles: 0

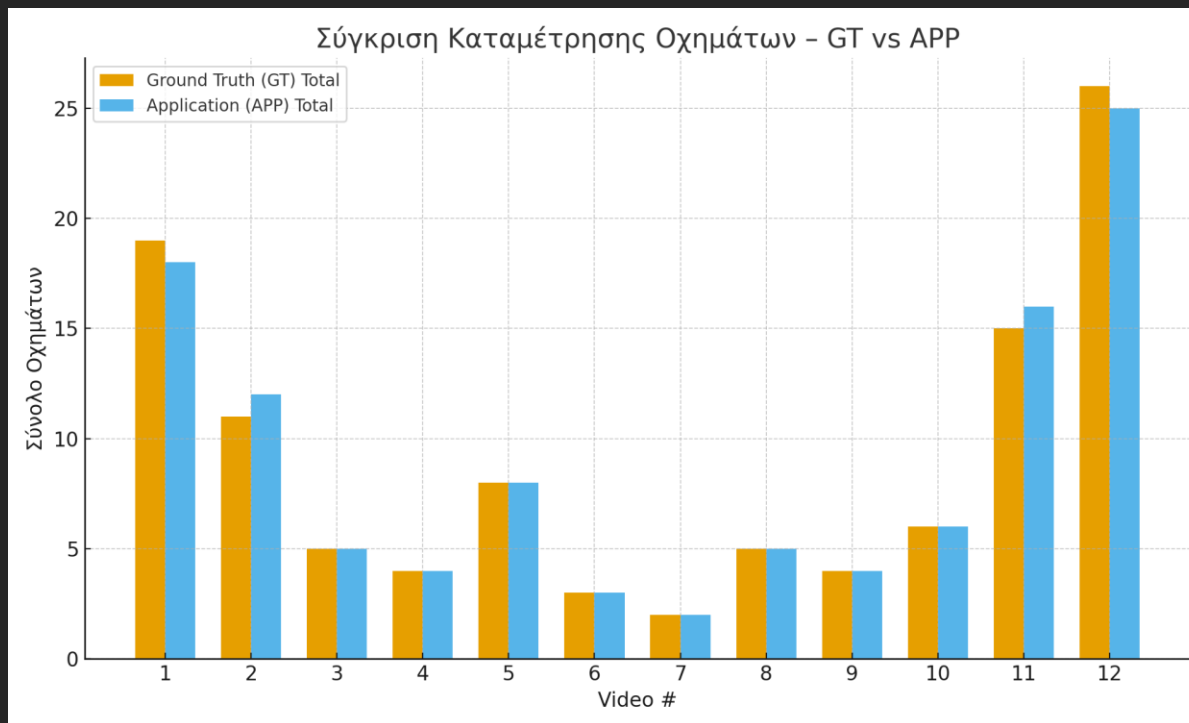
ROI 1: 2C/0HV ROI 2: 0C/0HV ROI 3: 1C/0HV ROI 4: 1C/0HV

Pause Stop

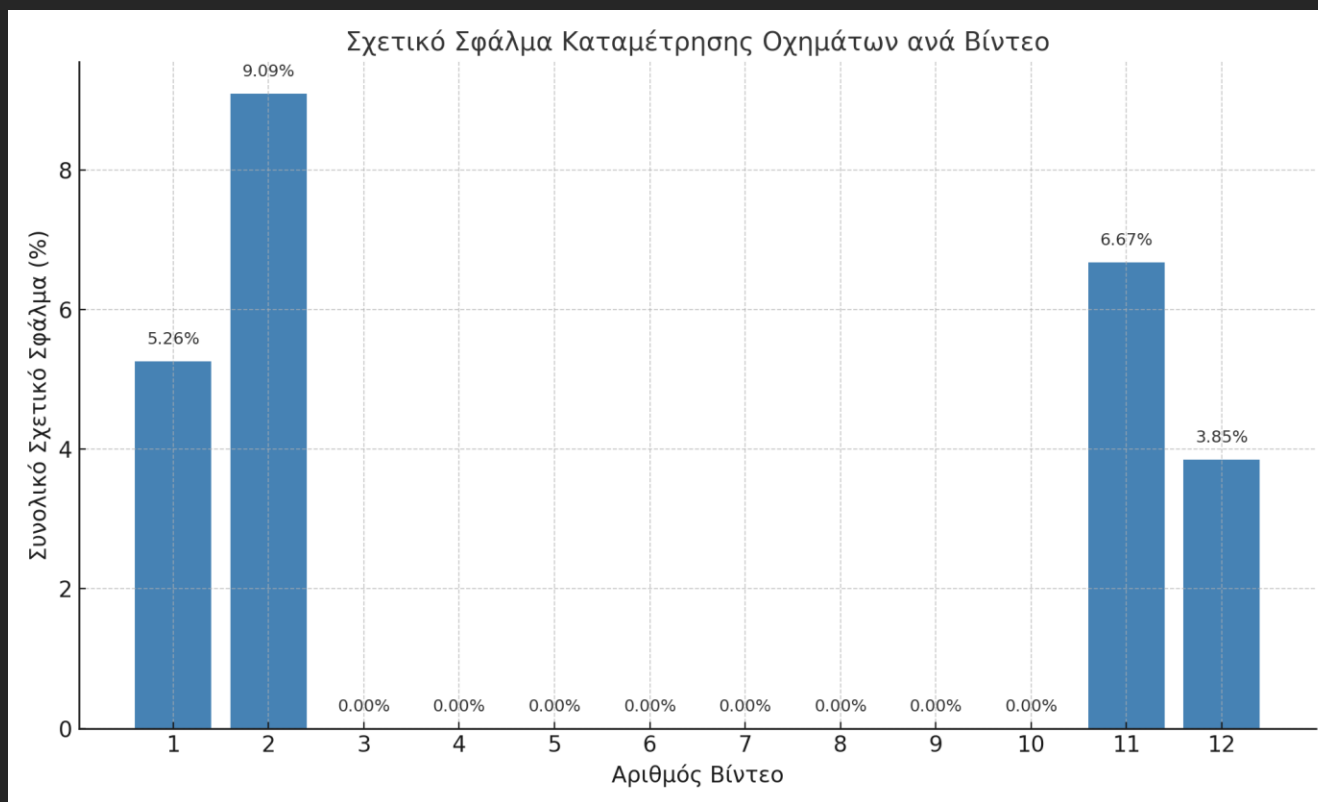
Frame: 181

Αποτελέσματα και Απόδοση Εφαρμογής

- Το απόλυτο σφάλμα περιορίστηκε μεταξύ 0 και 2 οχημάτων



Σχετικό Σφάλμα Καταμέτρησης Οχημάτων



Συμπεράσματα

- ▶ Αναπτύχθηκε μια ολοκληρωμένη εφαρμογή καταμέτρησης οχημάτων βασισμένη σε τεχνικές ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας
- ▶ Η εφαρμογή συνδυάζει ευχρηστία και αξιοπιστία, λειτουργώντας αποτελεσματικά σε πραγματικά σενάρια
- ▶ Απέδειξε ότι οι κλασικές μέθοδοι παραμένουν αξιόπιστες και υπολογιστικά αποδοτικές

Μελλοντικές Επεκτάσεις & Προοπτικές

Στόχος:

Μετατροπή της εφαρμογής σε ολοκληρωμένο σύστημα ανάλυσης και πρόβλεψης κυκλοφορίας

Περιθώρια Βελτίωσης και Μελλοντικές Επεκτάσεις:

- ▶ Βελτίωση κατηγοριοποίησης οχημάτων
- ▶ Χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης: Πρόβλεψη της κυκλοφορίας μέσω ανάλυσης παλαιότερων δεδομένων με τη χρήση μοντέλων μηχανικής μάθησης

Demo της Εφαρμογής

Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί βίντεο επίδειξης της εφαρμογής

► Παρουσίαση τρόπων λειτουργίας:

1. Σχεδιασμός Περιοχών Ενδιαφέροντος από τον χρήστη
2. Χρήση αποθηκευμένων Presets
3. Εμφάνιση στατιστικών στοιχείων

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!
Ερωτήσεις;