



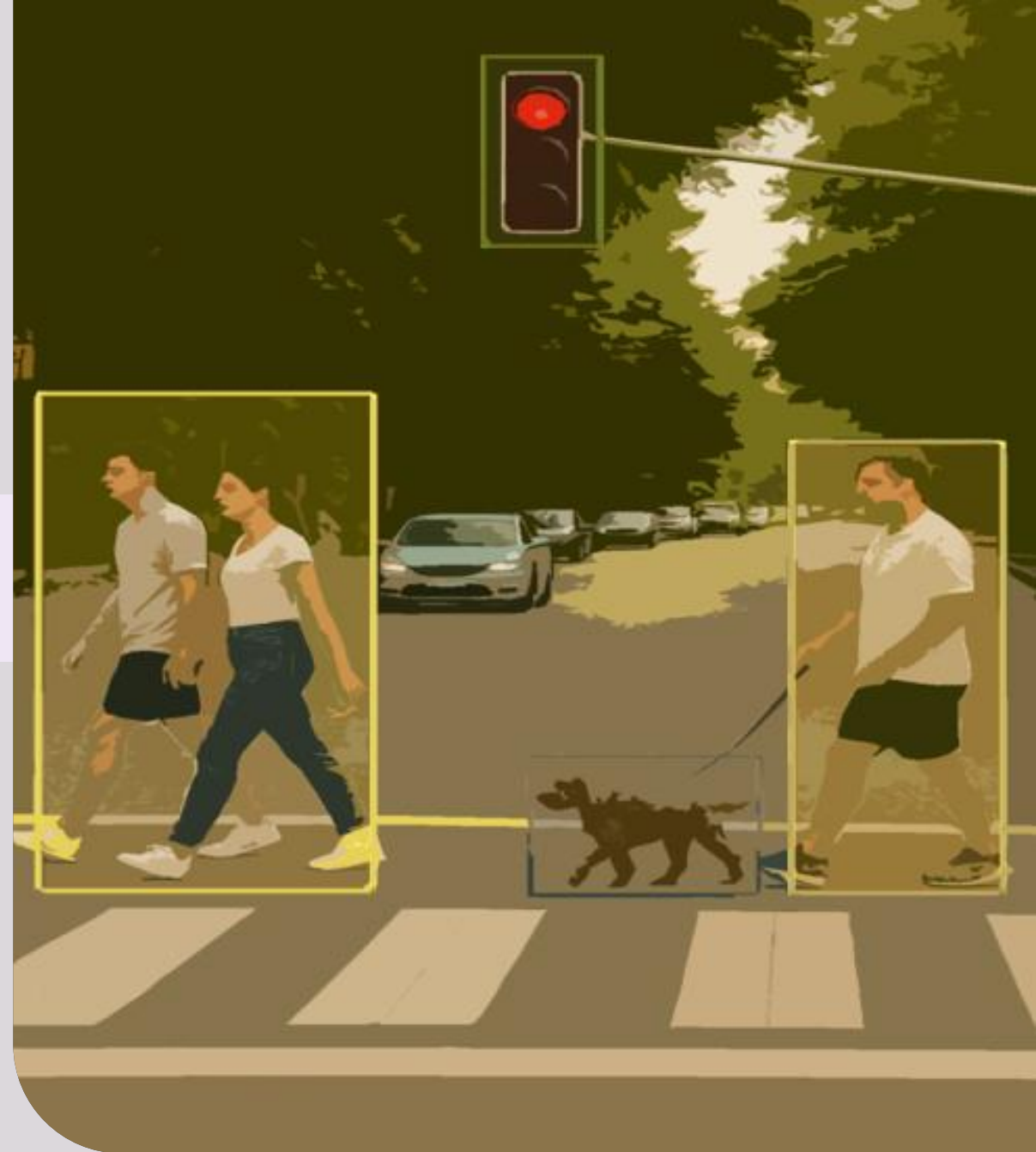
ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Διερεύνηση μη συμμορφούμενων διελεύσεων πεζών σε
σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις αξιοποιώντας τεχνική
υπολογιστικής όρασης

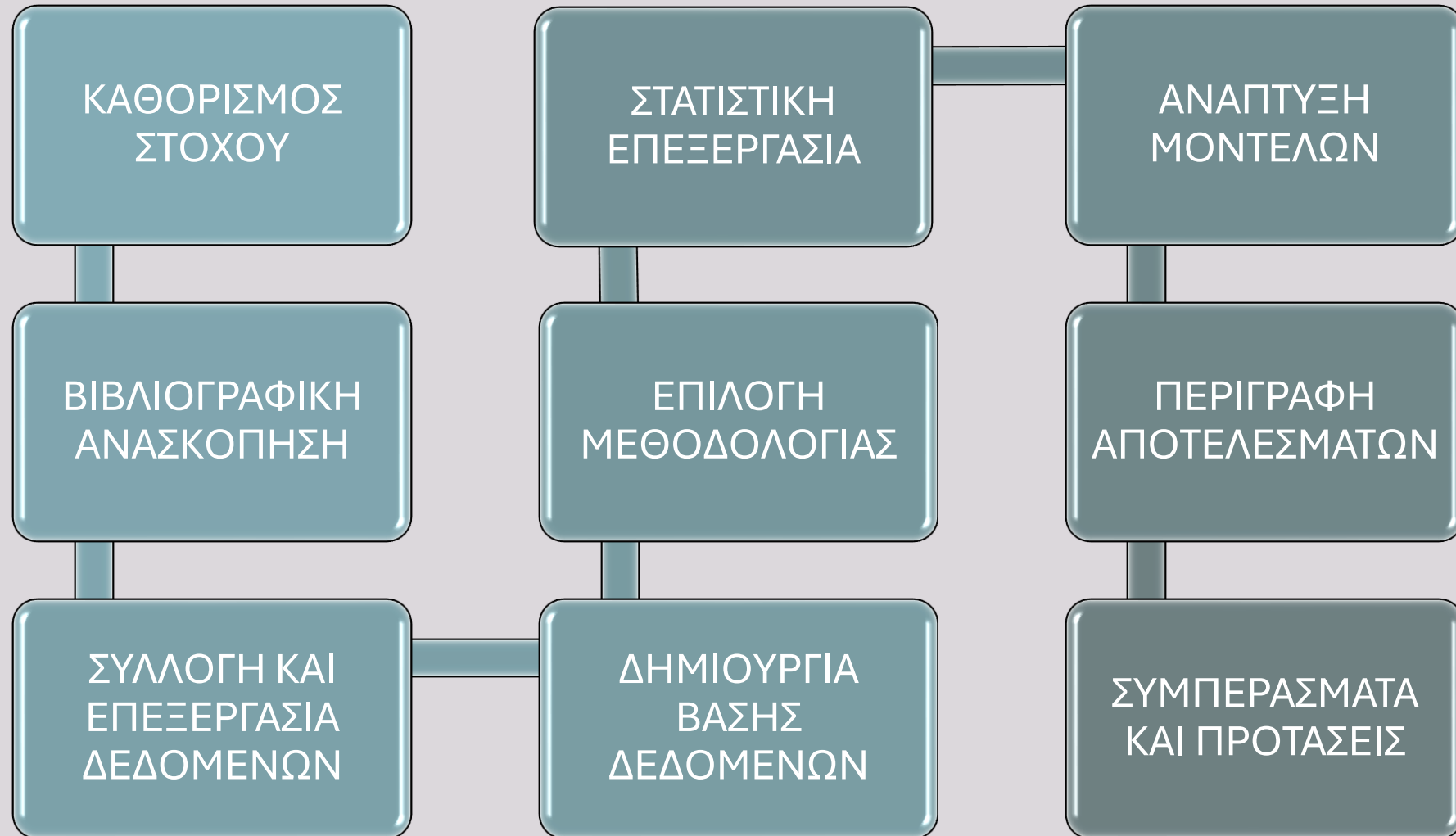
Μυρογιάννη Μελπομένη-Ναταλία

Επιβλέπων: Γεώργιος Γιαννής, καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2025

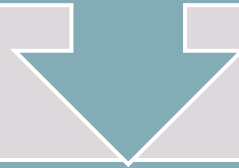


Βασικά στάδια Διπλωματικής Εργασίας



Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

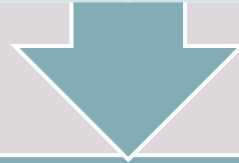
Μελέτη συμπεριφοράς πεζών σε **σηματοδοτούμενες** διασταυρώσεις, μέσα από την ανάλυση δεδομένων που προέρχονται τόσο από **χειροκίνητη παρατήρηση και καταγραφή** όσο και από **αυτοματοποιημένες μεθόδους βασισμένες σε τεχνολογίες υπολογιστικής όρασης**



Συγκριτική αξιολόγηση των δύο μεθόδων και **υπολογισμός της ακρίβειας** ως προς:

Αναγνώριση φωτεινού σηματοδότη ανά κύκλο εναλλαγής

Καταγραφή νόμιμων/παράνομων διελεύσεων



Εφαρμογή στατιστικής ανάλυσης για:

Εντοπισμό παραγόντων που επηρεάζουν τη **συμμόρφωση** των πεζών

Πρόβλεψη της πιθανότητας εμφάνισης **παραβατικής συμπεριφοράς**

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (1/2)

Οι πεζοί ευθύνονται συχνά για **συγκρούσεις** λόγω **παράνομων διελεύσεων** με τα ποσοστά παραβίασης κόκκινου φωτός να κυμαίνονται από:

- **20–25%** σε Βρυξέλλες, Παρίσι, Αμβούργο, Αυστραλία
- **38%** Σλοβενία | **44,6%** Ινδία | **82%** Ισπανία

Ο **κίνδυνος σύγκρουσης** αυξάνεται έως και **8 φορές** όταν η διάβαση είναι παράνομη

Διαμόρφωση διαβάσεων

- Απουσία σηματοδότη πεζών, **αυξημένη διάρκεια κόκκινης φάσης**, μεγάλες διαβάσεις, έλλειψη διαγράμμισης, κακή ορατότητα κ.α. **αυξάνουν την πιθανότητα παραβίασης**

Φύλο

- Οι **άνδρες παραβιάζουν συχνότερα** τους κανόνες, ειδικά σε **αστικά και εργασιακά περιβάλλοντα**, ενώ οι **γυναίκες** είναι πιο επιρρεπείς στην παραβίαση όταν παρασύρονται από την κοινωνική συμπεριφορά του πλήθους

Ηλικία

- Οι **νεαροί ενήλικες** και **μαθητές** παρουσιάζουν **αυξημένη παραβατικότητα**, ιδιαίτερα όταν επηρεάζονται από συνομήλικους. Αντίθετα, οι **ηλικιωμένοι είναι πιο προσεκτικοί**, αλλά **ενίστε παραβατούν** – κυρίως σε συνθήκες χαμηλής μόρφωσης – και παραμένουν **ευάλωτοι σε ατυχήματα**

Κοινωνική επιρροή

- Όταν άλλοι πεζοί περιμένουν, ενισχύεται η τήρηση του κανόνα, ενώ όταν ξεκινούν να περνούν παραβατικά, αυξάνεται η πιθανότητα **μίμησης**. Η παρουσία πολλών ατόμων στη διάβαση λειτουργεί προστατευτικά, ενώ η **μοναχική κίνηση ενισχύει την παραβατικότητα**

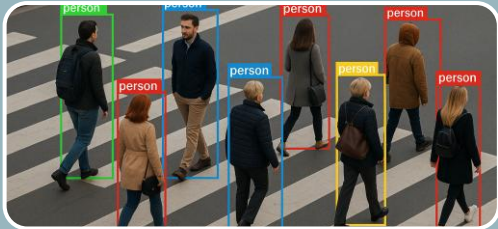
Κυκλοφοριακή δυναμική

- Όταν η κίνηση οχημάτων είναι αυξημένη ή το **οδικό περιβάλλον** είναι **πολύπλοκο** (πολλές λωρίδες, ώρες αιχμής, παρουσία λεωφορειολωρίδων), οι παραβάσεις των πεζών **μειώνονται**

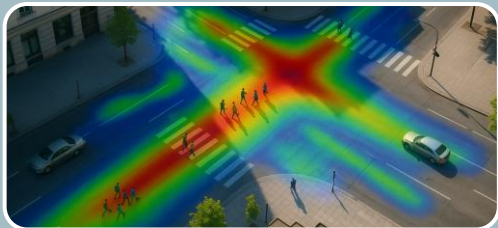
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση (2/2)



Η μελέτη της κίνησης πεζών βασιζόταν **παραδοσιακά** σε επιτόπιες παρατηρήσεις και ερωτηματολόγια, με **περιορισμούς** σε ακρίβεια και κλίμακα. Η **υπολογιστική όραση** προτείνεται, πλέον, ως **αποτελεσματικότερη** λύση, προσφέροντας αυτόματα, ακριβή και μαζική συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο



Η διαδικασία ανάλυσης βίντεο βασίζεται σε διαδοχικά στάδια: αρχικά **ανιχνεύονται** οι πεζοί και τα οχήματα σε κάθε καρέ μέσω συνελκτικών νευρωνικών δικτύων και στη συνέχεια, εξάγονται **οπτικά χαρακτηριστικά** που επιτρέπουν τη συσχέτιση αντικειμένων μεταξύ καρέ και τη διατήρηση ταυτότητας. Έπειτα, μέσω αλγορίθμων παρακολούθησης, τα αντικείμενα **συνδέονται χρονικά** και εξάγονται οι **τροχιές κίνησης**



Οι τροχιές που προκύπτουν από την παρακολούθηση πεζών και οχημάτων αξιοποιούνται για την εξαγωγή **θερμικών χαρτών** (εντοπισμός περιοχών με έντονη δραστηριότητα), **κατανομών** (κατανόηση της ροής πεζών ή οχημάτων σε συγκεκριμένα σημεία), **σχέσεων ταχύτητας-πυκνότητας** καθώς και για να **συγκριθούν** μεταξύ τους



Οι τροχιές μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν για **πρόβλεψη** της **μελλοντικής θέσης** πεζών ή οχημάτων, μέσω νευρωνικών δικτύων, τα οποία αξιοποιούν τη χωροχρονική εξέλιξη της κίνησης

Θεωρητικό Υπόβαθρο (1/2)

Η **Point-Biserial Correlation** είναι ειδική περίπτωση του **Pearson** και μετρά τη γραμμική συσχέτιση μεταξύ:

μίας **δυναδικής** μεταβλητής

και μίας **συνεχούς αριθμητικής** μεταβλητής

Ο r_{pb} παίρνει τιμές: **-1 έως +1**

Ένταση συσχέτισης:

- $|r| < 0.10 \rightarrow$ αμελητέα
- $0.10 \leq |r_{pb}| < 0.30 \rightarrow$ ασθενής
- $0.30 \leq |r_{pb}| < 0.50 \rightarrow$ μέτρια
- $|r_{pb}| \geq 0.50 \rightarrow$ ισχυρή

Η τιμή του r_{pb} είναι **πραγματική** ή απλώς **τυχαία**;

Αν $p < 0.05$, η συσχέτιση είναι **στατιστικά σημαντική**

Θεωρητικό Υπόβαθρο (2/2)

◆ Συντελεστές & Σημαντικότητα

- **Coefficients (β):** δείχνουν πώς επηρεάζει κάθε μεταβλητή την πιθανότητα να συμβεί ένα γεγονός
- **p-value:** δείχνει αν η επίδραση είναι στατιστικά σημαντική

◆ Ποιότητα μοντέλου

- **Pseudo R^2 :** εκτιμά πόσο καλά το μοντέλο εξηγεί την παρατηρούμενη μεταβλητότητα
- **AIC / BIC:** δείκτες σύγκρισης μοντέλων

◆ Έλεγχος σχέσεων μεταβλητών

- **Correlation Matrix:** ανιχνεύει ισχυρές σχέσεις μεταξύ ανεξάρτητων μεταβλητών

◆ Ακρίβεια & Απόδοση ταξινόμησης

- **Confusion Matrix:** πίνακας σωστών/λάθος προβλέψεων
- **Classification Report:**
 - Accuracy
 - Precision
 - Recall
 - F1-score
- **ROC Curve:** δείχνει πώς το μοντέλο διαχωρίζει τις κατηγορίες
- **AUC (Area Under Curve):** μέτρο συνολικής απόδοσης

◆ Ανάλυση μεταβλητών

- **Feature importance:** Μετρά πόσο συμβάλλει κάθε μεταβλητή στις τελικές αποφάσεις των δέντρων

Η **Logistic Regression** χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη δυαδικών αποτελεσμάτων και την εκτίμηση της επίδρασης των ανεξάρτητων μεταβλητών στην πιθανότητα εμφάνισής τους.

Η **Random Forest** χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της κατηγορίας μιας εξαρτημένης μεταβλητής και ταυτόχρονα για τον εντοπισμό των μεταβλητών με τη μεγαλύτερη συνεισφορά στην πρόβλεψη

Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων (1/4)



Κέντρο Αθήνας – Οδός Πανεπιστημίου



Βιντεοσκόπηση 1 ώρας αιχμής με κινητό σε τρίποδο

Βιντεοσκοπημένο
υλικό

Αλγόριθμος βασισμένος
στην υπολογιστική όραση -
MATLAB - **ανιχνεύει** και
ταυτοποιεί πεζούς και
οχήματα, **παρακολουθεί**
και **προβλέπει** την κίνησή
τους, **εντοπίζει** **σημάνσεις**
και **παραβάσεις**, και
υπολογίζει **ταχύτητα** και
ελάχιστο χρόνο ως
πιθανή σύγκρουση

Παρακολούθηση υλικού και
χειροκίνητη καταγραφή
δεδομένων

Βάσεις δεδομένων
αυτοματοποιημένης
μεθόδου

Βάση δεδομένων
χειροκίνητης
μεθόδου

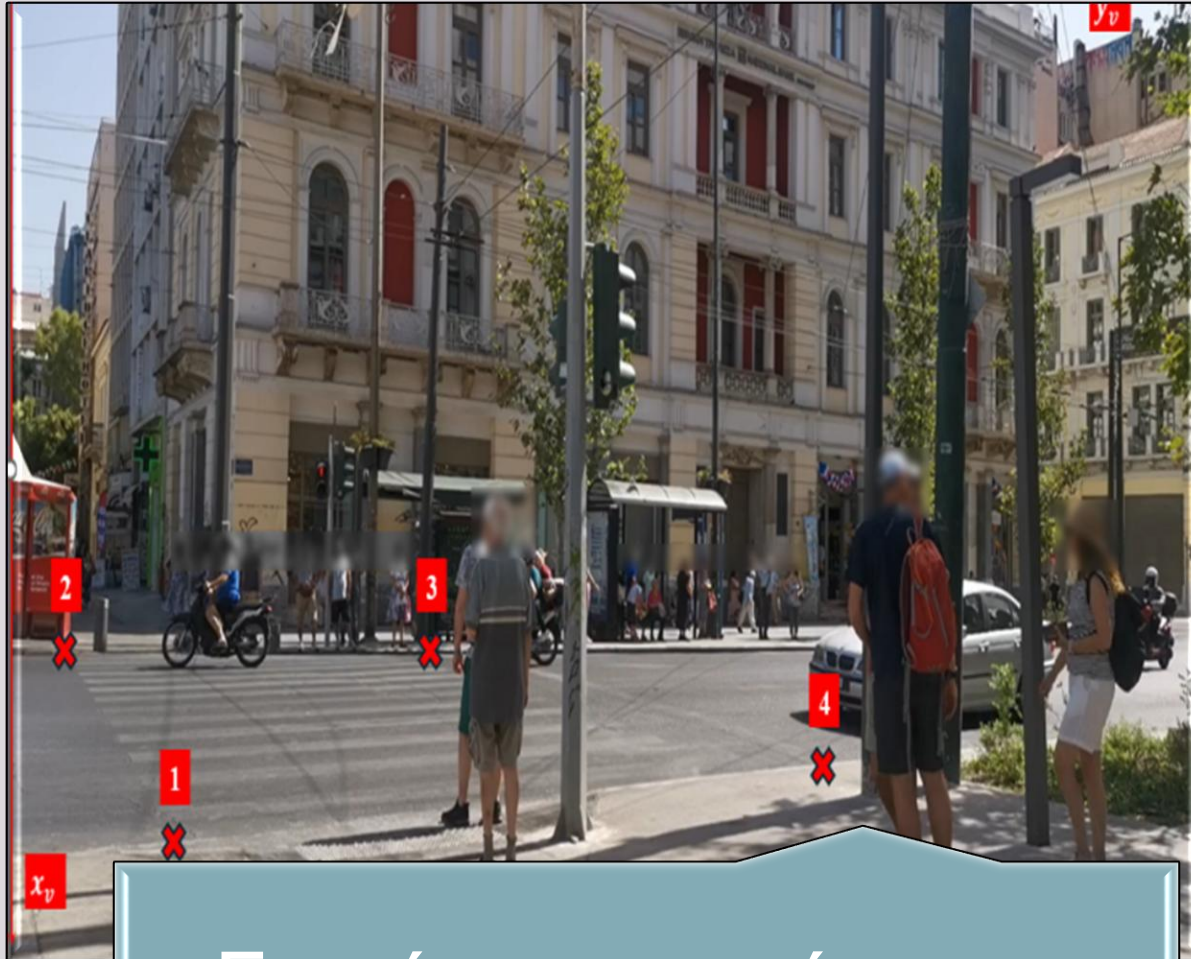
**Pedestrian
Data**

Vehicle Data

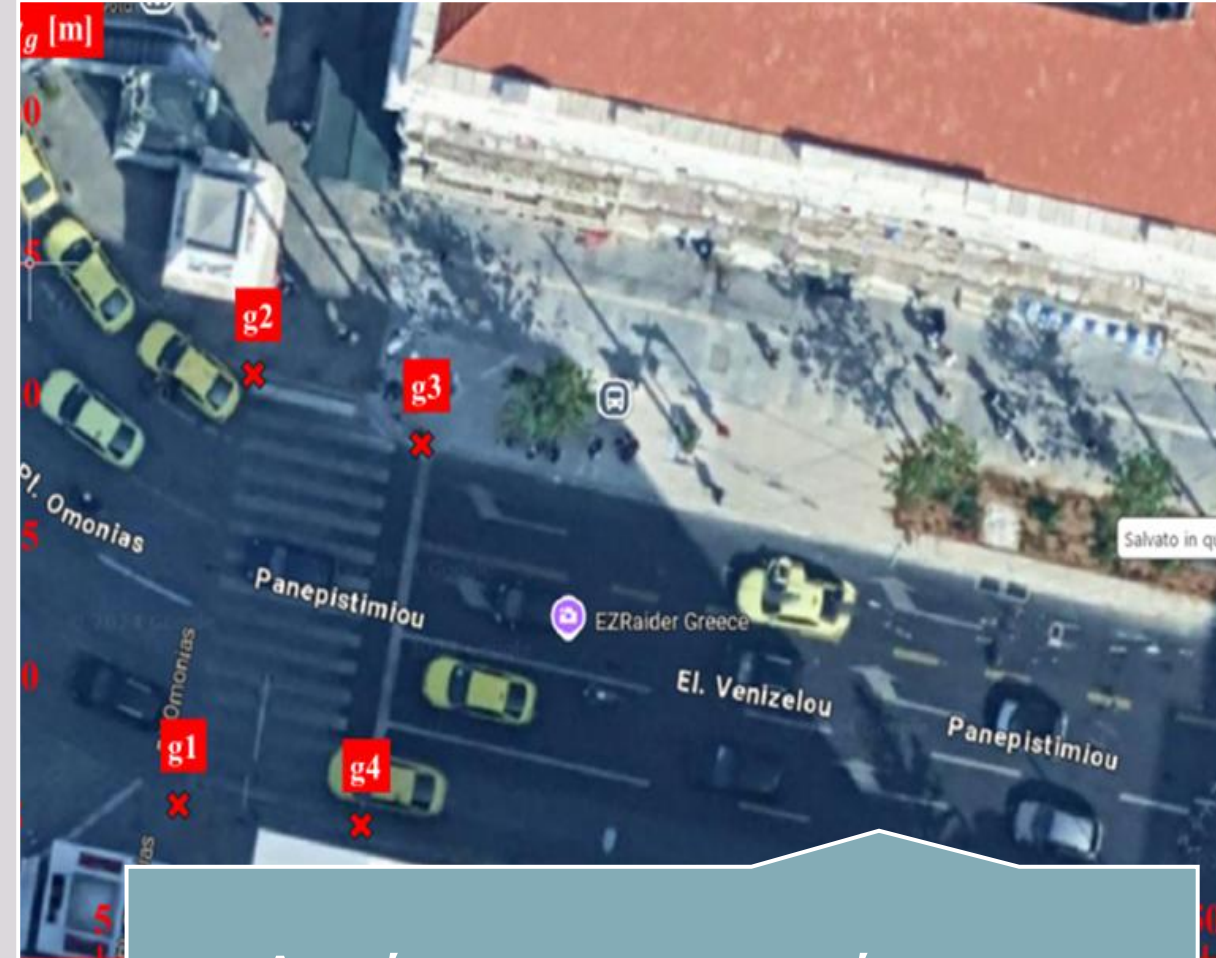
MinTTC Data

**Manual
Data**

Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων (2/4)

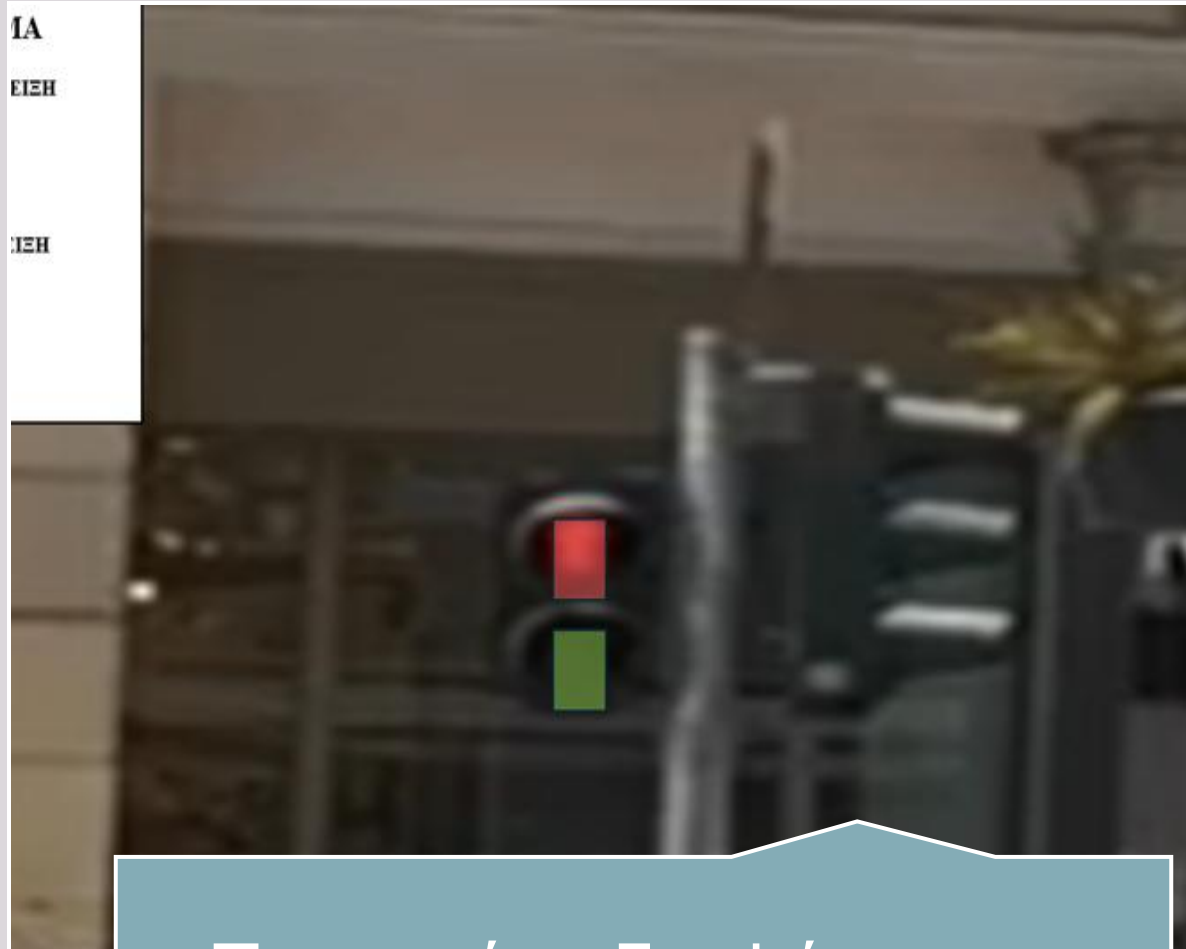


Σημεία αναφοράς στην
προοπτική του βίντεο

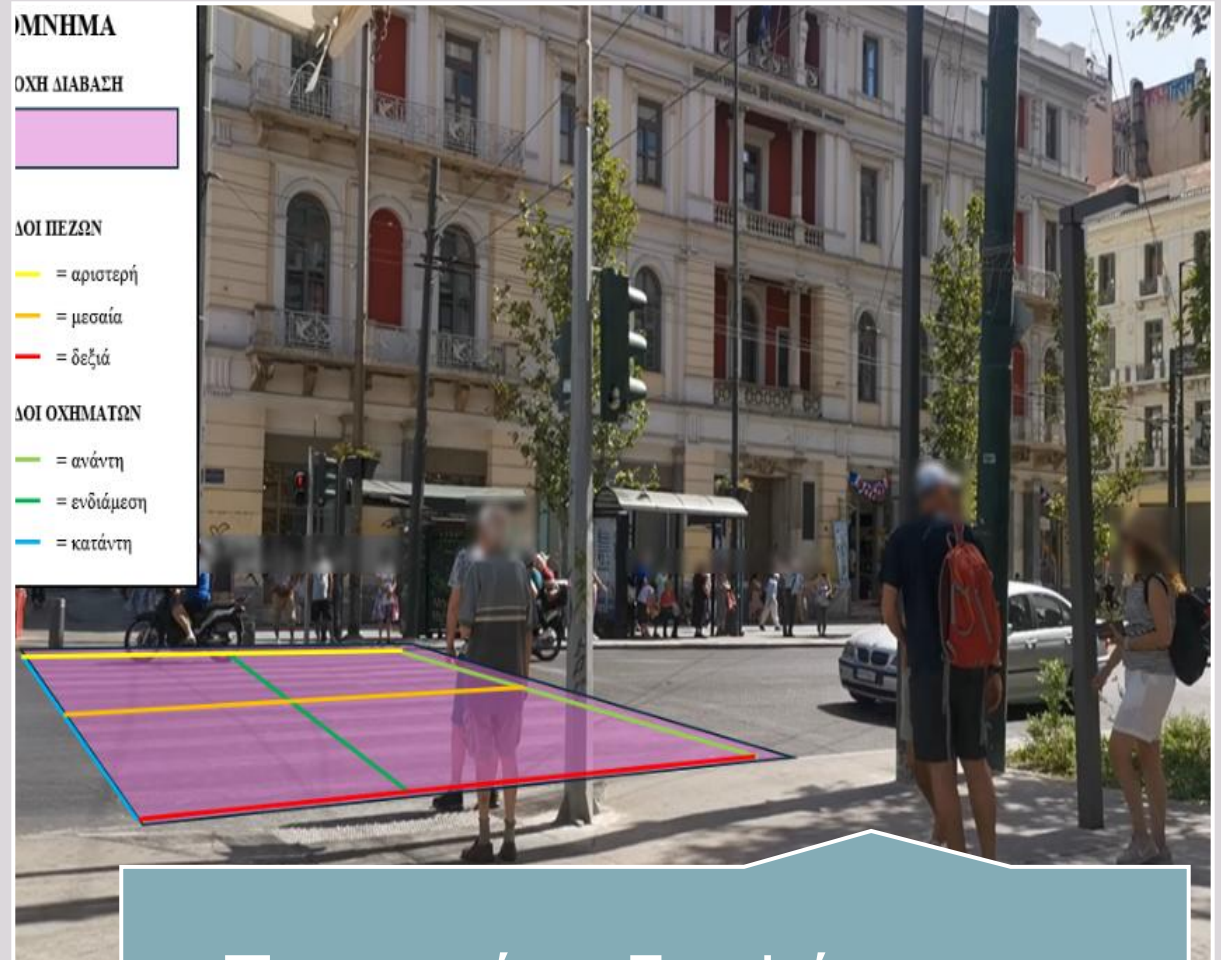


Αντίστοιχα σημεία στο
επίπεδο του χάρτη

Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων (3/4)



Περιοχή ενδιαφέροντος
φωτεινού σηματοδότη



Περιοχή ενδιαφέροντος
διάβασης πεζών

Συλλογή και επεξεργασία δεδομένων (4/4)

Μεταβλητές για τις αναλύσεις

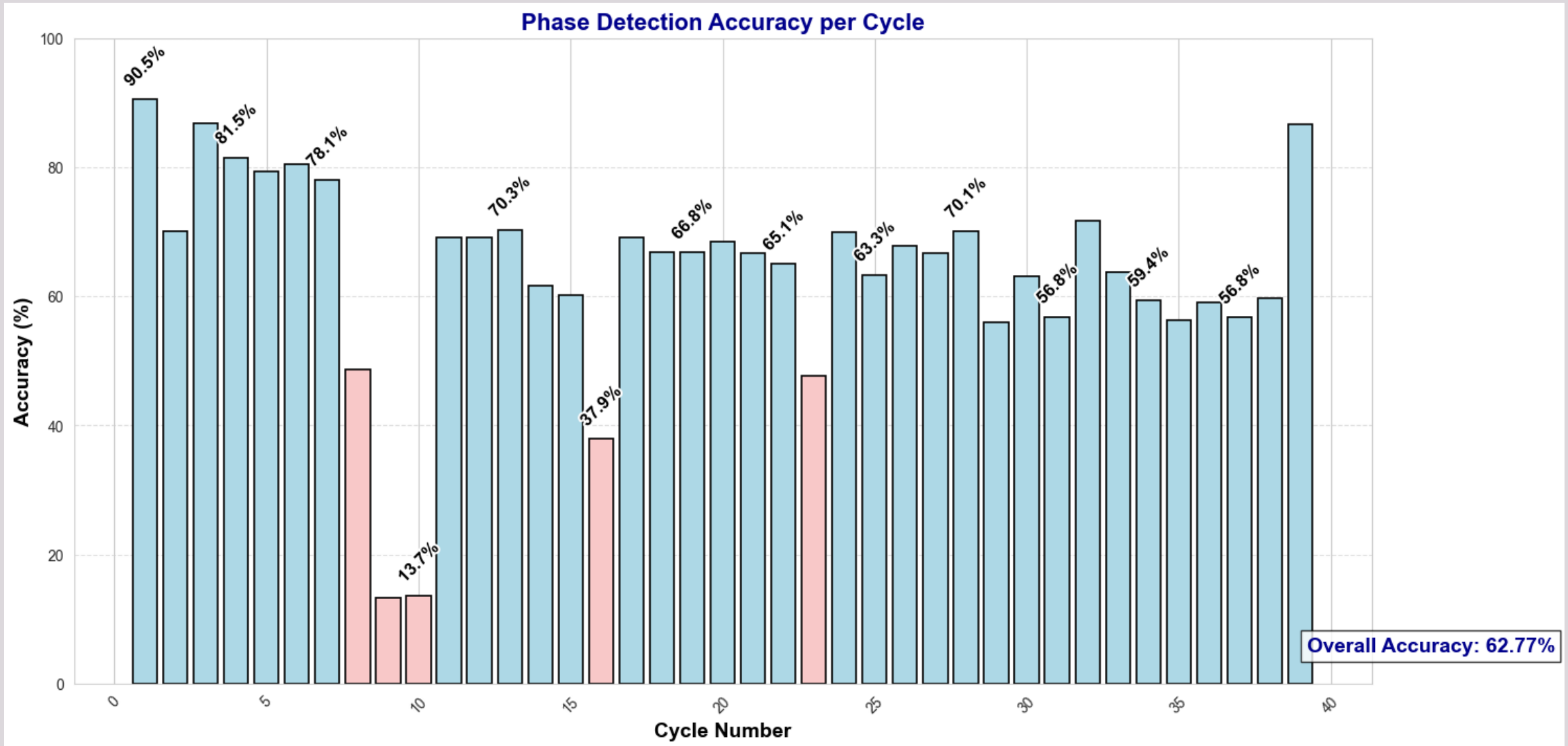
Αυτοματοποιημένη μέθοδος

- **Video part** – τμήμα βίντεο
- **Frame** – στιγμιότυπο
- **Pedestrian ID** – μοναδικό αναγνωριστικό πεζού
- **Vehicle ID** – μοναδικό αναγνωριστικό οχήματος
- **Is In Crossing Area** – πεζός/όχημα εντός/εκτός διάβασης
- **Traffic Light Status** – κατάσταση φωτεινού σηματοδότη
- **Confidence** – βαθμός βεβαιότητας ανίχνευσης συστήματος
- **Ground Plane Centroid 1,2** – συντεταγμένες πεζού/οχήματος
- **Pedestrian Status** – νόμιμη/παράνομη/άγνωστη διέλευση πεζού
- **Vehicle Status** – νόμιμη/παράνομη/άγνωστη διέλευση πεζού
- **Vx,vy** – συνιστώσες ταχύτητας πεζού/οχήματος
- **Magnitude** – συνολικό μέτρο ταχύτητας πεζού/οχήματος
- **MinTTC** – εκτιμώμενο χρονικό διάστημα μέχρι πιθανή σύγκρουση

Χειροκίνητη μέθοδος

- **Traffic Light** – κατάσταση φωτεινού σηματοδότη
- **Time** – χρόνος σε δευτερόλεπτα από την αρχή της καταγραφής
- **Illegal Crossings** – παράνομες διελεύσεις πεζών
- **Illegal on the Intergreen (in the middle of the zebra section)** – πεζοί στη μέση της διάβασης κατά τη φάση του Intergreen
- **Legal Crossings** – νόμιμες διελεύσεις πεζών

Ανάλυση ακρίβειας ενδείξεων φωτεινού σηματοδότη ανά κύκλο εναλλαγής (1/2)



Ανάλυση ακρίβειας ενδείξεων φωτεινού σηματοδότη ανά κύκλο εναλλαγής (2/2)

✓ Ικανοποιητική συνολική ακρίβεια (62.77%):

- ✓ Η πλειονότητα των κύκλων παρουσίασε ακρίβεια **50%-80%**, ενώ ορισμένοι κύκλοι φτάνουν σε επίπεδα **άνω του 90%**

⚠ Μειωμένη ακρίβεια:

- ✓ Κύκλος 10 (13.7%) κ.α.

! Κύριοι λόγοι χαμηλής απόδοσης:

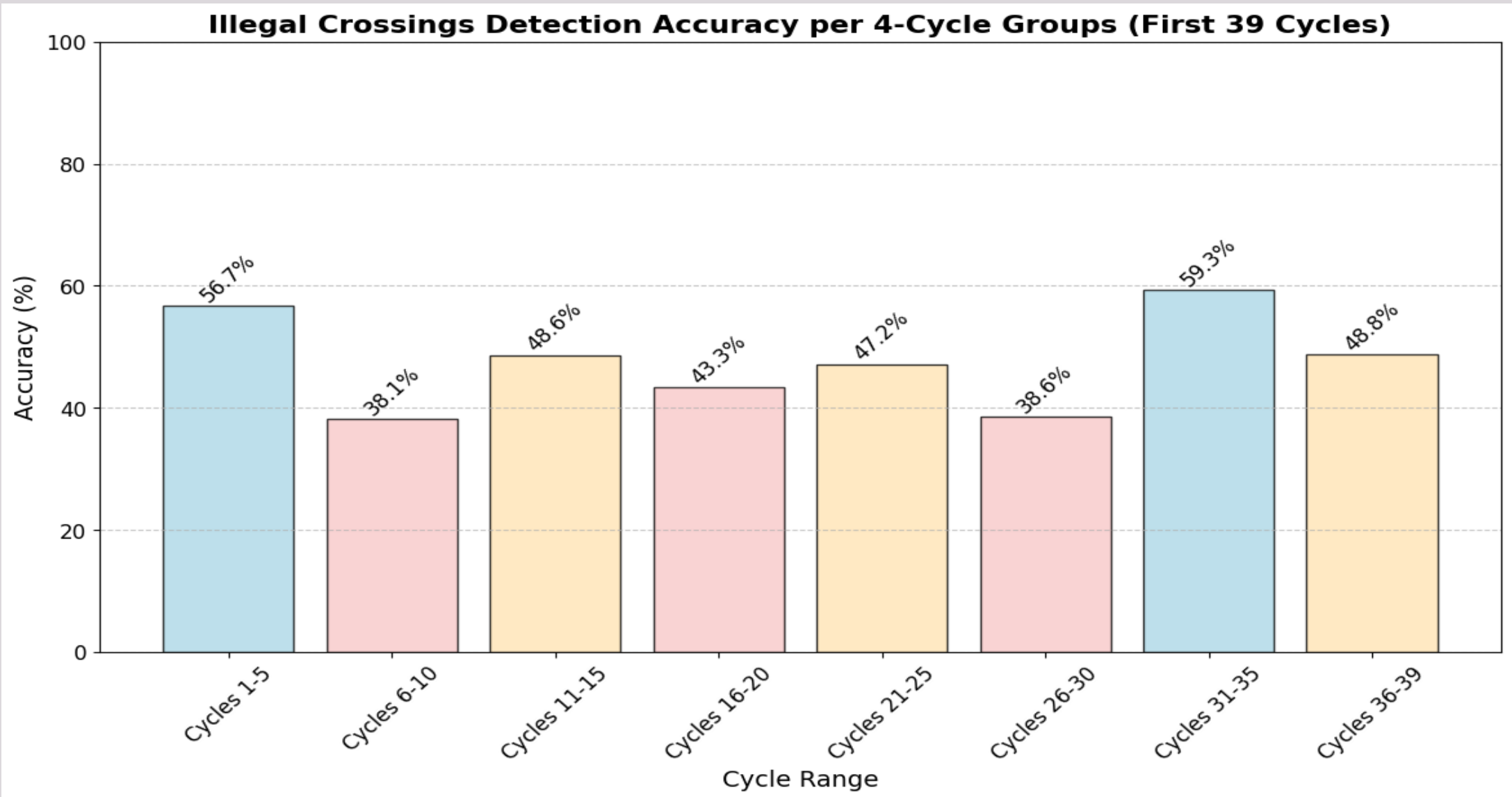
- ✓ απόκρυψη του φωτεινού σηματοδότη από μεγάλα οχήματα
 - ✓ το σύστημα δεν είχε άμεση οπτική επαφή με τον σηματοδότη – δυσκολία στην αναγνώριση της σωστής φάσης



Κύκλος 10

- Απόκρυψη φωτεινού σηματοδότη

Ανάλυση ακρίβειας παράνομων διελεύσεων πεζών (1/2)



Ανάλυση ακρίβειας παράνομων διελεύσεων πεζών (2/2)

✓ Σχετικά ικανοποιητική συνολική ακρίβεια (47.54%):

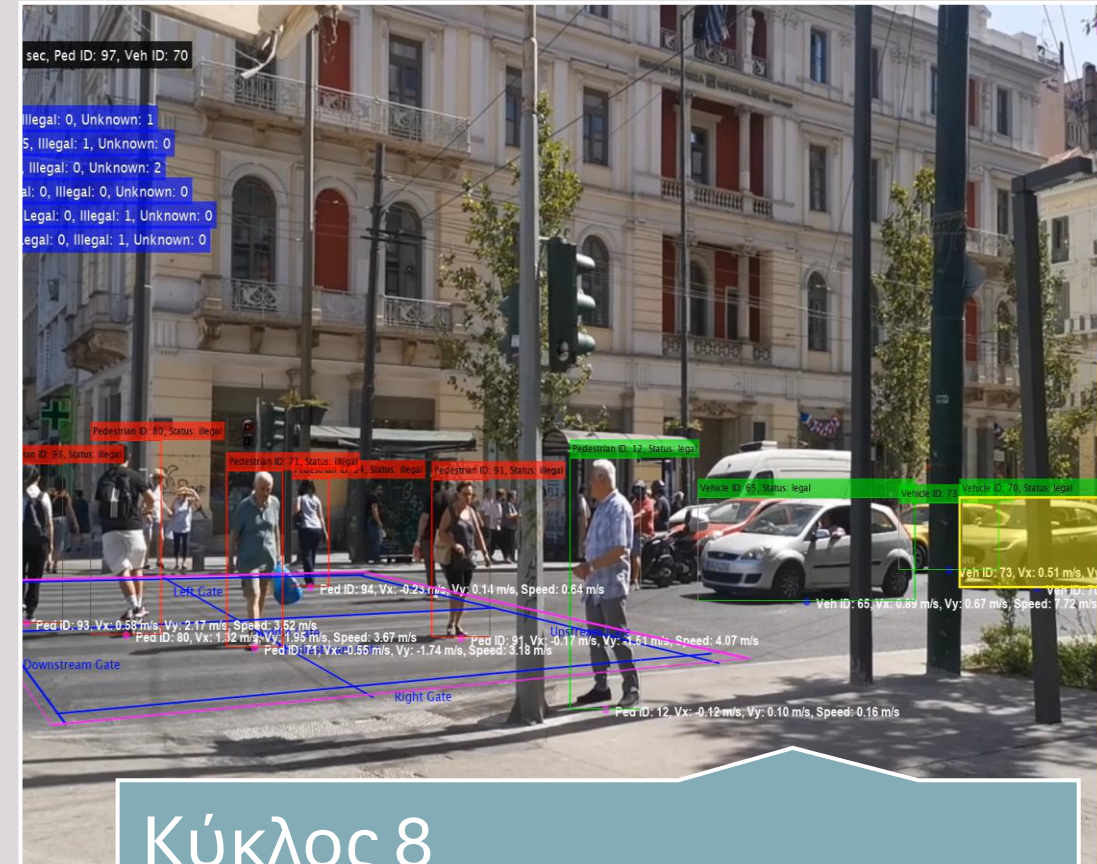
- ✓ Ορισμένες ομάδες κύκλων παρουσίασαν ακρίβεια άνω του 55% (Κύκλοι 1–5 (56.7%) , 31–35 (59.3%))

⚠ Μειωμένη ακρίβεια:

- ✓ Κύκλοι 6–10 (38.1%) κ.α.

! Κύριοι λόγοι χαμηλής απόδοσης:

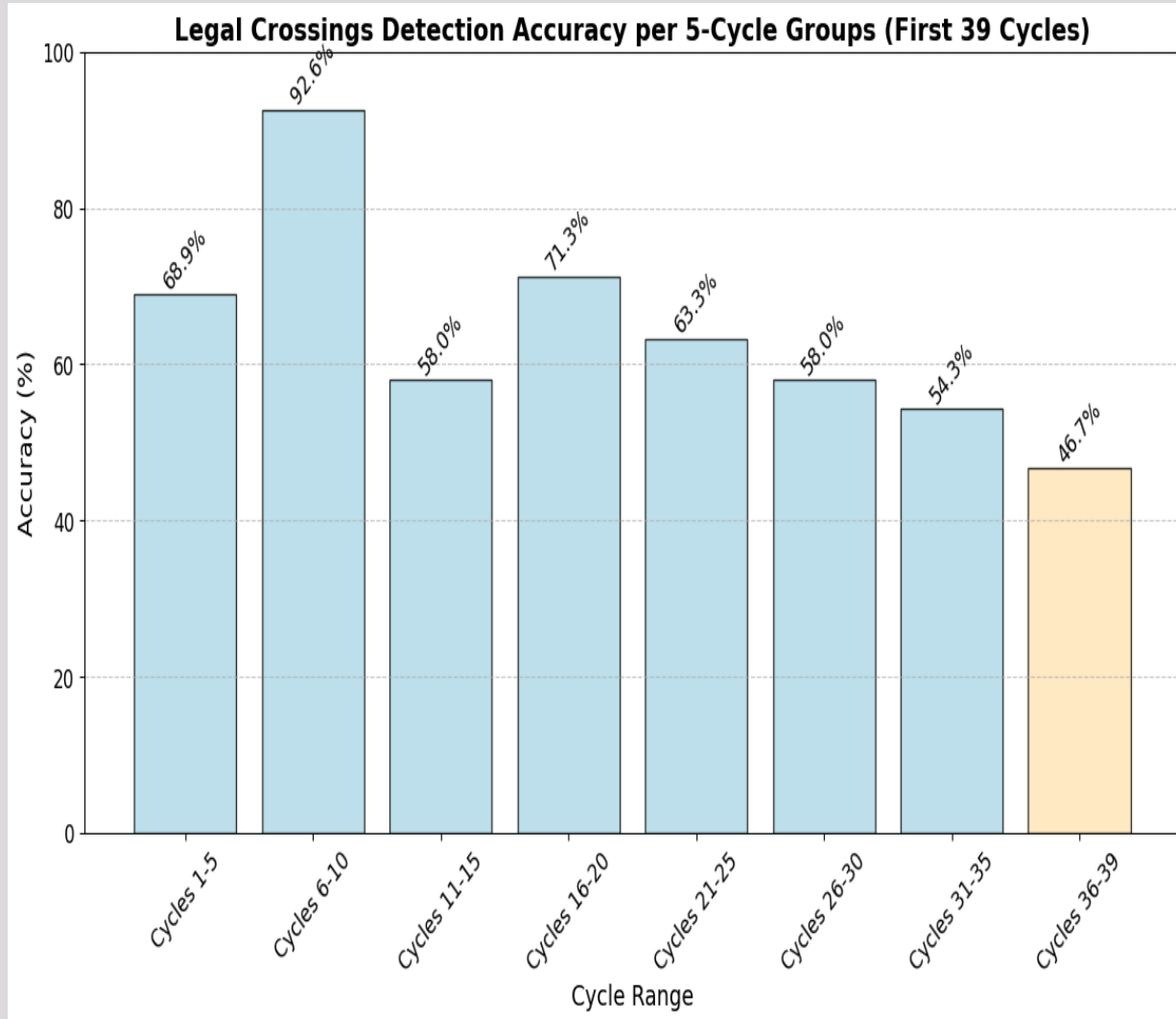
- ✓ απόκρυψη του σηματοδότη από μεγάλα οχήματα
- ✓ λανθασμένη καταγραφή πεζών ως παράνομοι επειδή ολοκληρώνουν τη διάβαση σε φάση εκκαθάρισης



Κύκλος 8

- Διέλευση πεζών κατά τη φάση εκκαθάρισης

Ανάλυση ακρίβειας νόμιμων διελεύσεων πεζών



Ικανοποιητική συνολική ακρίβεια (64.60%):

✓ οι περισσότερες ομάδες κύκλων καταγράφουν ποσοστά άνω του **50%**



Μειωμένη ακρίβεια:

✓ Κύκλοι 36-39 (46.7%)



Κύριοι λόγοι χαμηλής απόδοσης:

✓ απόκρυψη του σηματοδότη από μεγάλα οχήματα

✓ ο αλγόριθμος βασίζεται αποκλειστικά στη **χρωματική πληροφορία** και όχι στη **χρονική ακολουθία** - αδυναμία δυναμικής ενημέρωσης της φάσης

Point Biserial Correlation

*Εξαρτημένες δυαδικές μεταβλητές: **Is In Crossing Area (1=in, 0=out) και Pedestrian Status (legal=1, illegal=0)***

Ανάλυση συσχέτισης με εξαρτημένη μεταβλητή: *Παρουσία πεζού εντός / εκτός διάβασης*

Variable	Correlation	P-value
MinTTC_wins_log	0.287	0
GroundPlaneCentroid_1	-0.058	0
vy	0.168	0
vx	-0.071	0
magnitude	0.422	0
vy_veh	-0.175	0
vx_veh	0.275	0
GroundPlaneCentroid_1_veh	0.099	0
VehicleStatus	0.048	0
PedestrianStatus	-0.625	0
magnitude_veh	-0.208	0
ResolvedTrafficLightStatus	0.194	0
IsInCrossingArea_veh	-0.151	0
GroundPlaneCentroid_2_veh	-0.047	0
Phase	-0.038	0
Confidence_veh	-0.031	0.001
GroundPlaneCentroid_2	-0.03	0.001
Confidence	0.018	0.055

✓ Τρεις μεταβλητές εμφάνισαν **στατιστικά σημαντική** και **τουλάχιστον μέτρια συσχέτιση**:

✓ **PedestrianStatus**: Οι **παραβάτες** εντοπίζονται συχνά **εντός** **διάβασης**

✓ Η παραβατική συμπεριφορά φαίνεται οργανωμένη και **συνειδητή**

✓ **magnitude**: Η αυξημένη **ταχύτητα** σχετίζεται με υψηλότερη πιθανότητα **διάσχισης** εντός διάβασης:

✓ Παραβάτες επιταχύνουν για να μειώσουν τον χρόνο έκθεσης στην διερχόμενη κυκλοφορία

✓ Νόμιμοι πεζοί κινούνται γρήγορα λόγω αίσθησης ασφάλειας

✓ **MinTTC_wins_log**: Όταν **αυξάνεται ο χρόνος** ως την **πιθανή σύγκρουση**, αυξάνεται η πιθανότητα διάσχισης εντός διάβασης:

✓ Παραβάτες διασχίζουν όταν δημιουργείται **προσωρινό κενό στην κυκλοφορία**

✓ Νόμιμοι κινούνται με **πραγματική προτεραιότητα**, λόγω διακοπής της κυκλοφορίας

Ανάλυση συσχέτισης με εξαρτημένη μεταβλητή:

Νόμιμη/Παράνομη διέλευση πεζού

Variable	Correlation	P-value
MinTTC_wins_log	-0.173	0
magnitude	-0.283	0
vy	-0.104	0
vx	0.123	0
magnitude_veh	0.112	0
ResolvedTrafficLightStatus	0.14	0
vx_veh	-0.144	0
vy_veh	0.087	0
IsInCrossingArea_veh	0.065	0
IsInCrossingArea	-0.625	0
Phase	0.045	0
Confidence_veh	0.043	0
GroundPlaneCentroid_1_veh	-0.042	0
GroundPlaneCentroid_1	0.036	0
Confidence	-0.021	0.027
VehicleStatus	-0.020	0.037
GroundPlaneCentroid_2	0.016	0.089
GroundPlaneCentroid_2_veh	0.004	0.694

- ✓ Τρεις μεταβλητές εμφάνισαν **στατιστικά σημαντική** και **τουλάχιστον μέτρια συσχέτιση** με τη νομιμότητα των πεζών:
 - ✓ **IsInCrossingArea**: Οι **παραβάτες** εντοπίζονται συχνά **εντός διάβασης**
 - ✓ Η παραβατική συμπεριφορά φαίνεται **οργανωμένη** και **συνειδητή**
 - ✓ **magnitude**: Οι **παράνομοι** πεζοί κινούνται **ταχύτερα**, πιθανότατα για να μειώσουν την έκθεσή τους στον κίνδυνο
 - ✓ **MinTTC_wins_log**: Καθώς **αυξάνεται** ο διαθέσιμος χρόνος έως πιθανή σύγκρουση, αυξάνεται η πιθανότητα **παραβατικής συμπεριφοράς**
 - ✓ Οι **παραβάτες** διασχίζουν όταν υπάρχει προσωρινό **κενό** στην κυκλοφορία

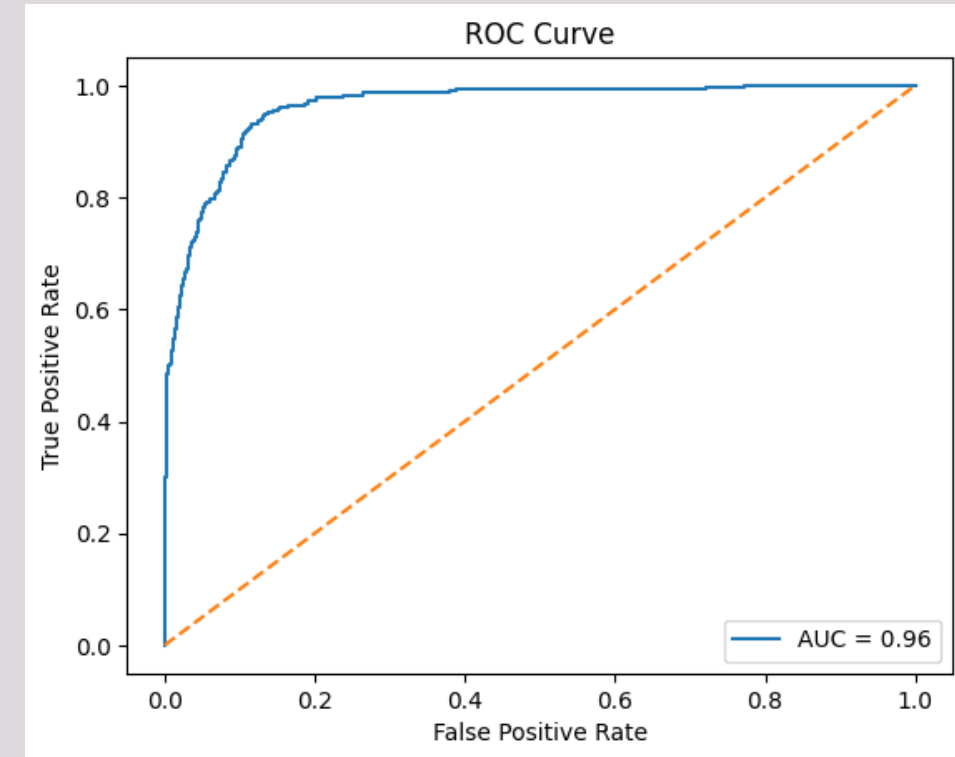
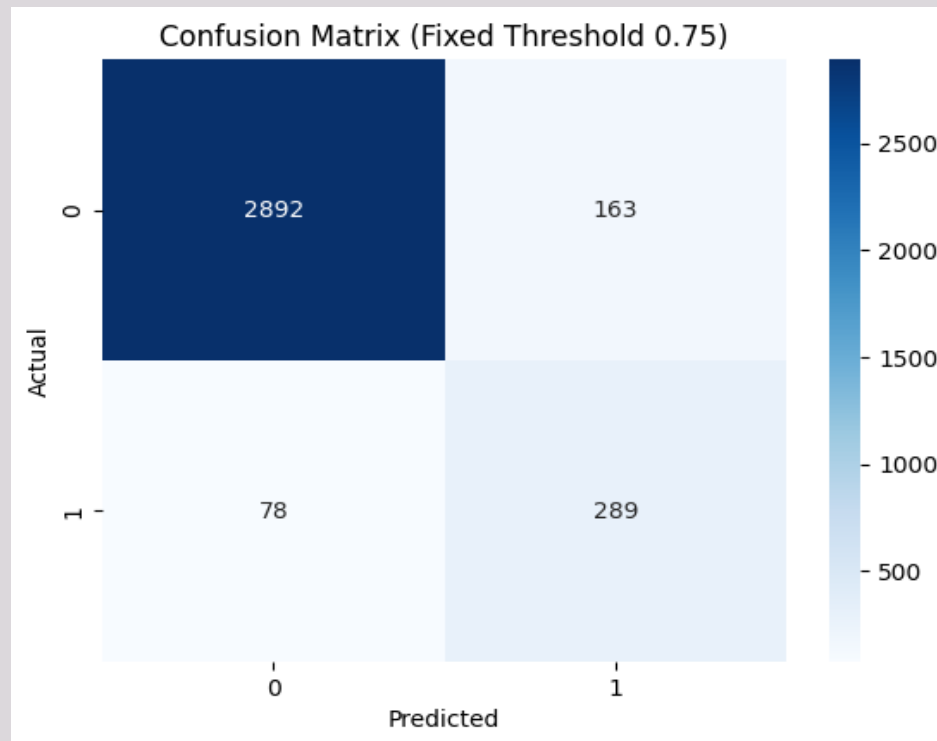
Logistic Regression

- ✓ Εξαρτημένες δυαδικές μεταβλητές: *Is In Crossing Area (1=in, 0=out)* και *Pedestrian Status(legal=1, illegal=0)*
- ✓ Λόγω ανισορροπίας στις κατηγορίες, εφαρμόστηκε **SMOTE** στο *training test*, που δημιουργεί τεχνητά δείγματα της μειοψηφίας για πιο ισορροπημένη εκπαίδευση του μοντέλου

Μοντέλο 1 – Αποτελέσματα (1/2)

Εξαρτημένη μεταβλητή: *Παρουσία πεζού εντός/εκτός διάβασης*

Pseudo R-squared:	0.643
Log-Likelihood:	-3533.2
LL-Null:	-9896.8
LLR p-value:	0.0000



	precision	recall	f1-score	support
0	0.97	0.95	0.96	3055
1	0.64	0.79	0.71	367
Accuracy	0.93			

Μοντέλο 1 – Αποτελέσματα (2/2)

Εξαρτημένη μεταβλητή: *Παρουσία πεζού εντός/εκτός διάβασης*

Variable	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]
const	-2.518	0.069	-36.374	1.1E-289	-2.653	-2.382
MinTTC_log	0.961	0.037	26.050	1.4E-149	0.889	1.033
vy	0.384	0.024	15.681	2.05E-55	0.336	0.432
GroundPlaneCentroid_1_veh	0.08	0.036	2.099	0.035763	0.005	0.148
magnitude_veh	-0.238	0.028	-8.420	3.76E-17	-0.293	-0.183
VehicleStatus	0.371	0.0485	7.639	2.19E-14	0.276	0.466
PedestrianStatus	-1.969	0.066	-29.778	7.5E-195	-2.099	-1.840
ResolvedTrafficLightStatus	1.867	0.046	40.502	0	1.776	1.957
IsInCrossingArea_veh	-0.117	0.055	-2.098	0.035934	-0.226	-0.008



Ελάχιστος χρόνος μέχρι πιθανή σύγκρουση

Ταχύτητα πεζού

Θέση οχήματος

Κατάσταση διέλευσης οχήματος

Κατάσταση φωτεινού σηματοδότη



Ταχύτητα οχήματος

Κατάσταση διέλευσης πεζού

Παρουσία οχήματος στη διάβαση

VIF<2

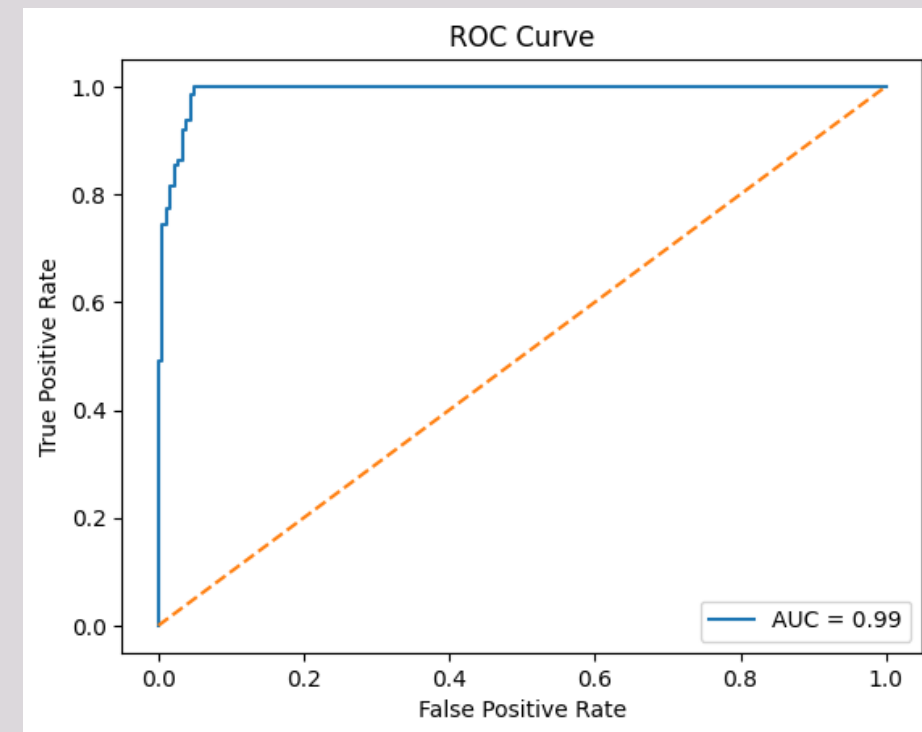
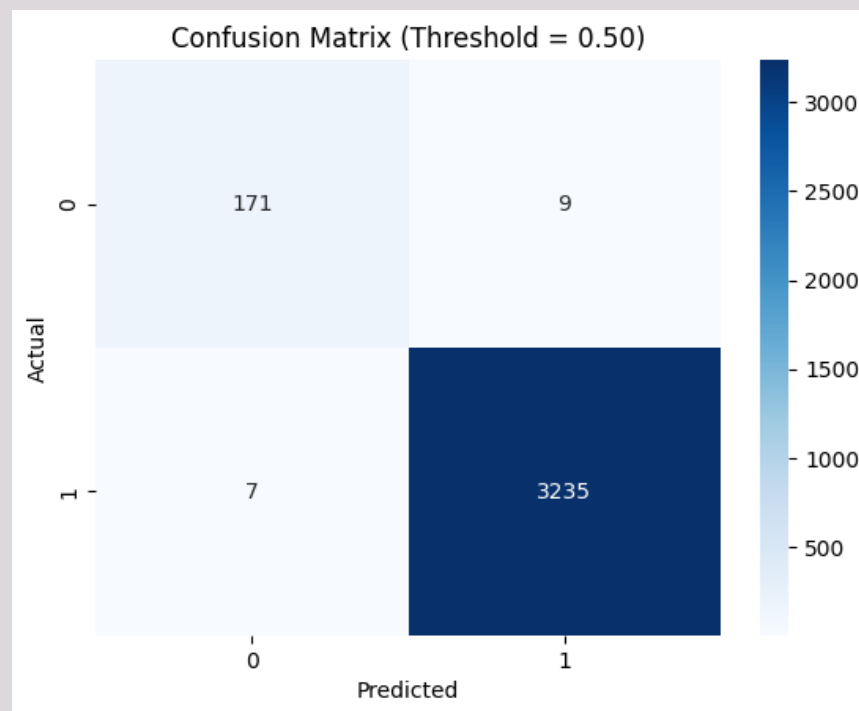


Correlation Matrix ✓

Μοντέλο 2 – Αποτελέσματα (1/2)

Εξαρτημένη μεταβλητή: *Νόμιμη/Παράνομη διέλευση πεζού*

Pseudo R-squared:	0.907
Log-Likelihood:	-979.91
LL-Null:	-10561
LLR p-value:	0.0000



	precision	recall	f1-score	support
0	0.96	0.95	0.95	180
1	0.99	0.99	0.99	3242
Accuracy	0.99			

Μοντέλο 2 – Αποτελέσματα (2/2)

Εξαρτημένη μεταβλητή: *Νόμιμη/Παράνομη κατάσταση πεζού*

Variable	Coef.	Std.Err.	z	P> z	[0.025	0.975]
const	5.726	0.144	39.606	0	5.442	6.009
MinTTC_wins_log	-0.212	0.072	-2.965	0	-0.353	-0.072
Confidence	0.841	0.090	9.347	9.04E-21	0.665	1.018
vy	-0.379	0.044	-8.590	8.69E-18	-0.465	-0.293
GroundPlaneCentroid_2_veh	-0.445	0.048	-9.214	3.15E-20	-0.540	-0.351
magnitude_veh	0.798	0.091	8.713	2.95E-18	0.618	0.977
VehicleStatus	-0.292	0.128	-2.272	0.023	-0.544	-0.040
ResolvedTrafficLightStatus	4.581	0.160	28.568	1.7E-179	4.266	4.895
IsInCrossingArea	-3.039	0.091	-33.383	2.4E-244	-3.217	-2.860



Αξιοπιστία εντοπισμού πεζού συστήματος

Ταχύτητα οχήματος

Κατάσταση φωτεινού σηματοδότη

Ελάχιστος χρόνος μέχρι πιθανή σύγκρουση

Ταχύτητα πεζού

Θέση οχήματος

Κατάσταση διέλευσης οχήματος

Παρουσία πεζού στη διάβαση



VIF<2



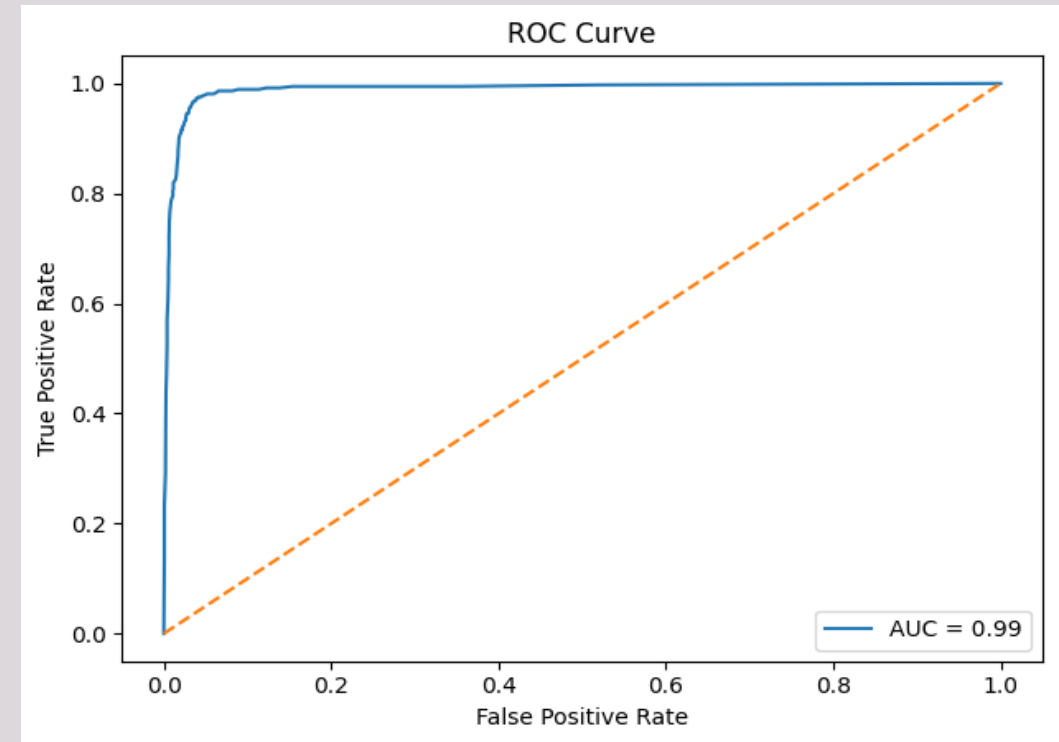
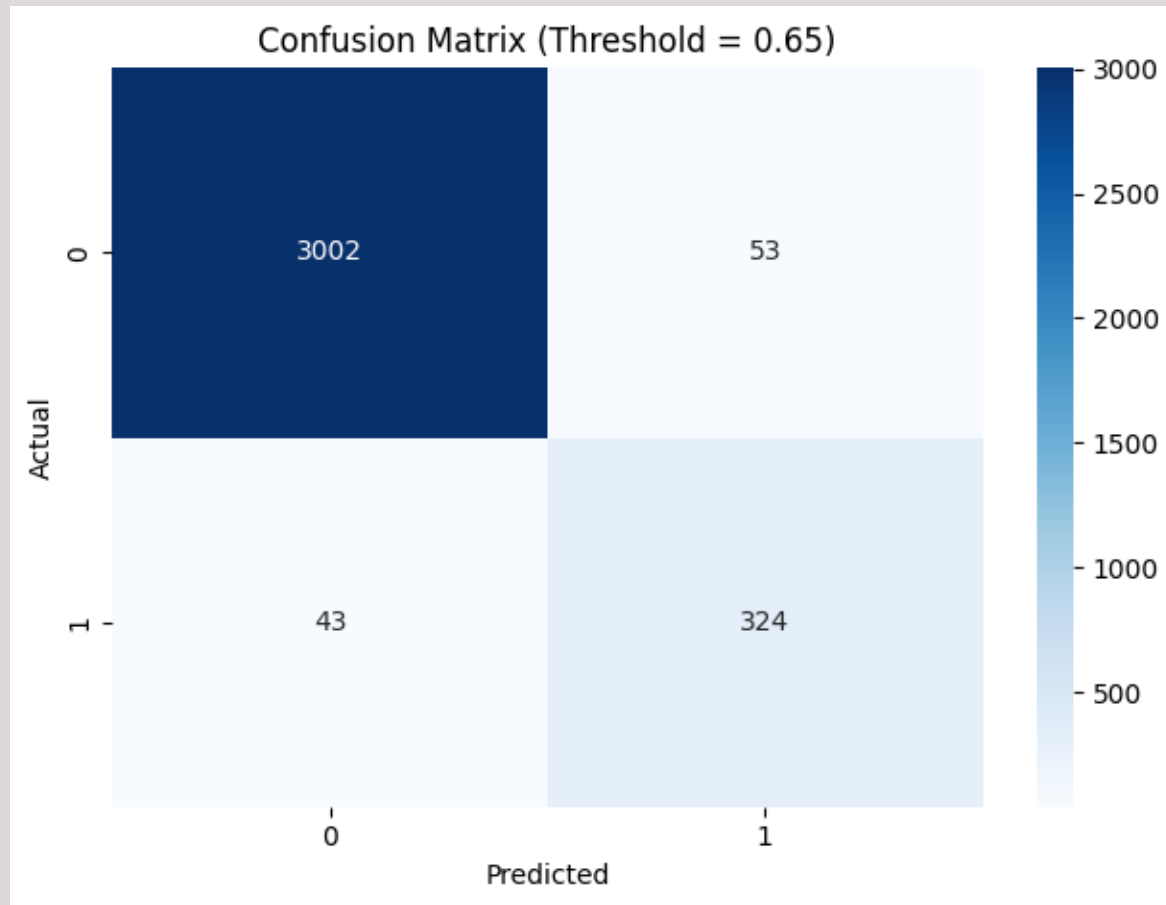
Correlation Matrix ✓

Random Forest

- ✓ Εξαρτημένες δυαδικές μεταβλητές: *Is In Crossing Area (1=in,0=out)* και *Pedestrian Status(legal=1, illegal=0)*
- ✓ Λόγω ανισορροπίας στις κατηγορίες, εφαρμόστηκε **SMOTE** στο **training test**, που δημιουργεί τεχνητά δείγματα της μειοψηφίας για πιο ισορροπημένη εκπαίδευση του μοντέλου.

Μοντέλο 1 – Αποτελέσματα (1/2)

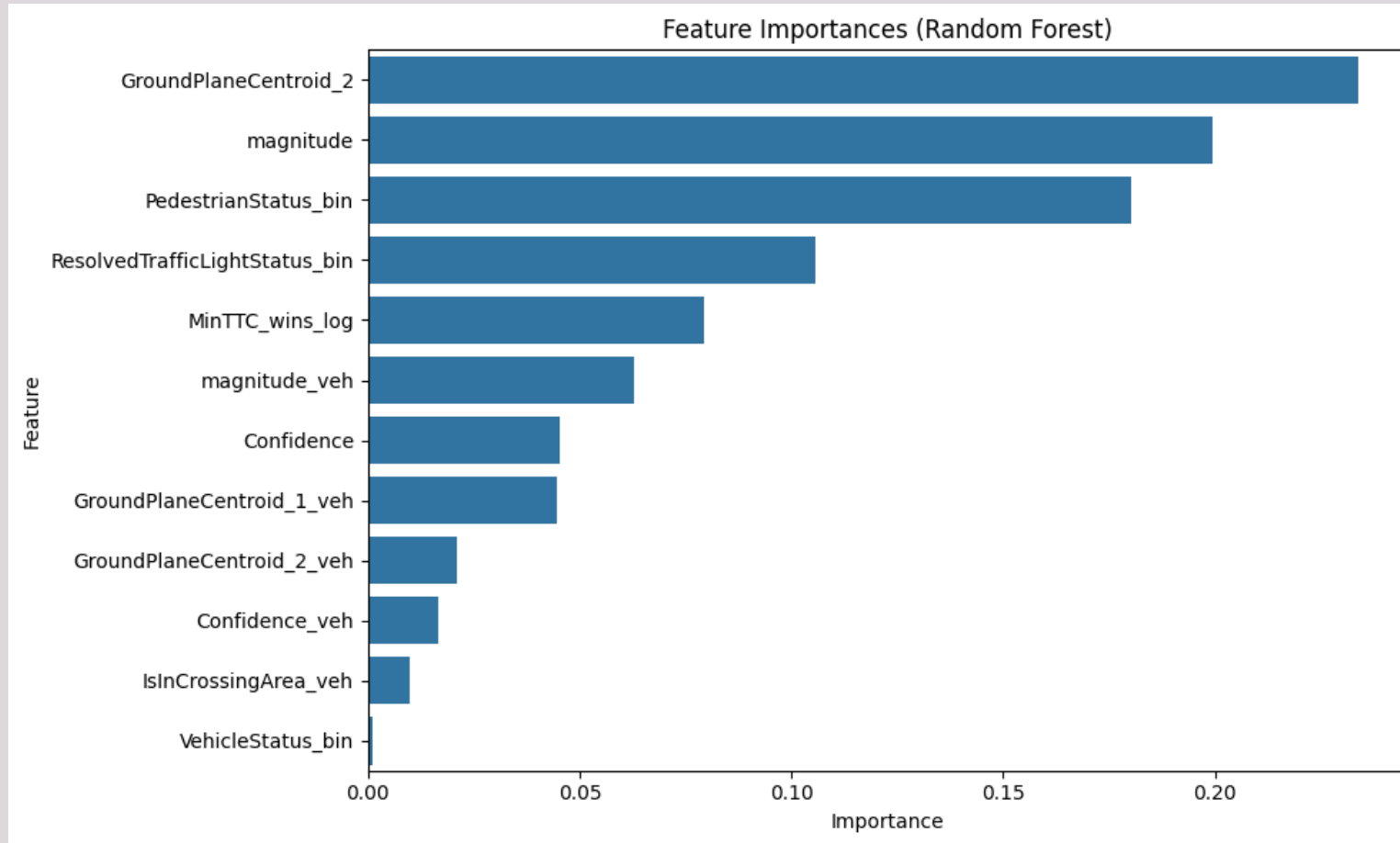
Εξαρτημένη μεταβλητή: *Παρουσία πεζού εντός/εκτός διάβασης*



	precision	recall	f1-score	support
0	0.98	0.98	0.98	3055
1	0.85	0.88	0.87	367
Accuracy	0.97			

Μοντέλο 1 – Αποτελέσματα (2/2)

Εξαρτημένη μεταβλητή: *Παρουσία πεζού εντός/εκτός διάβασης*



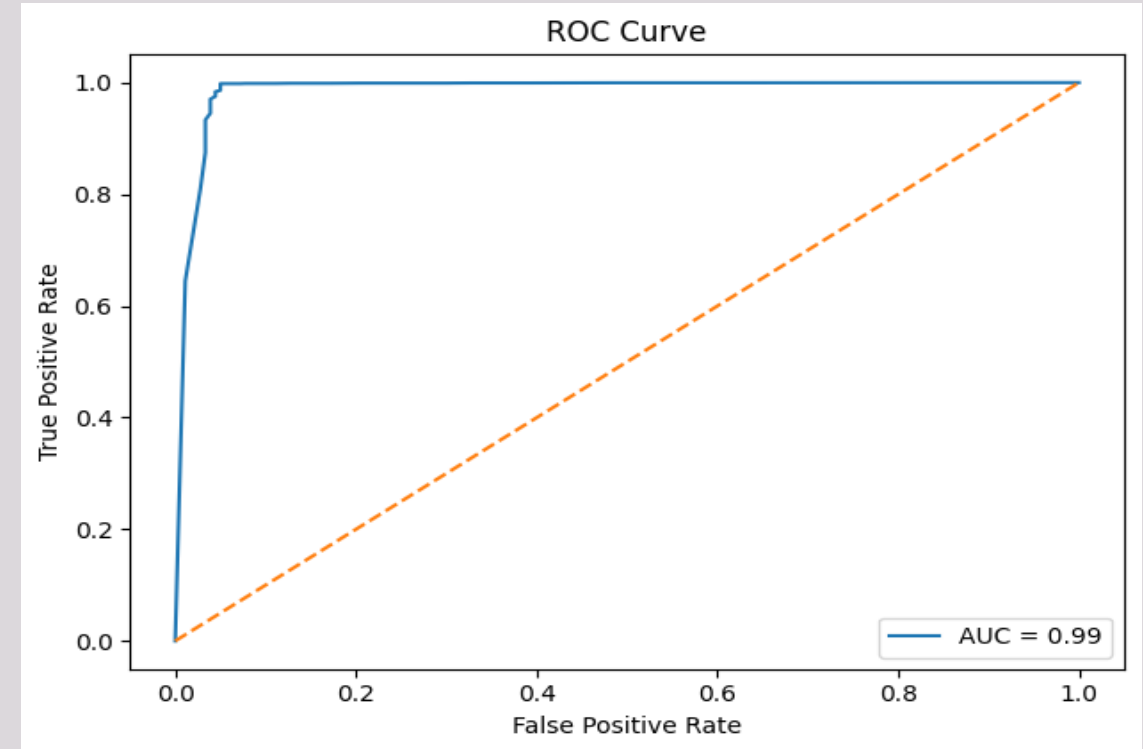
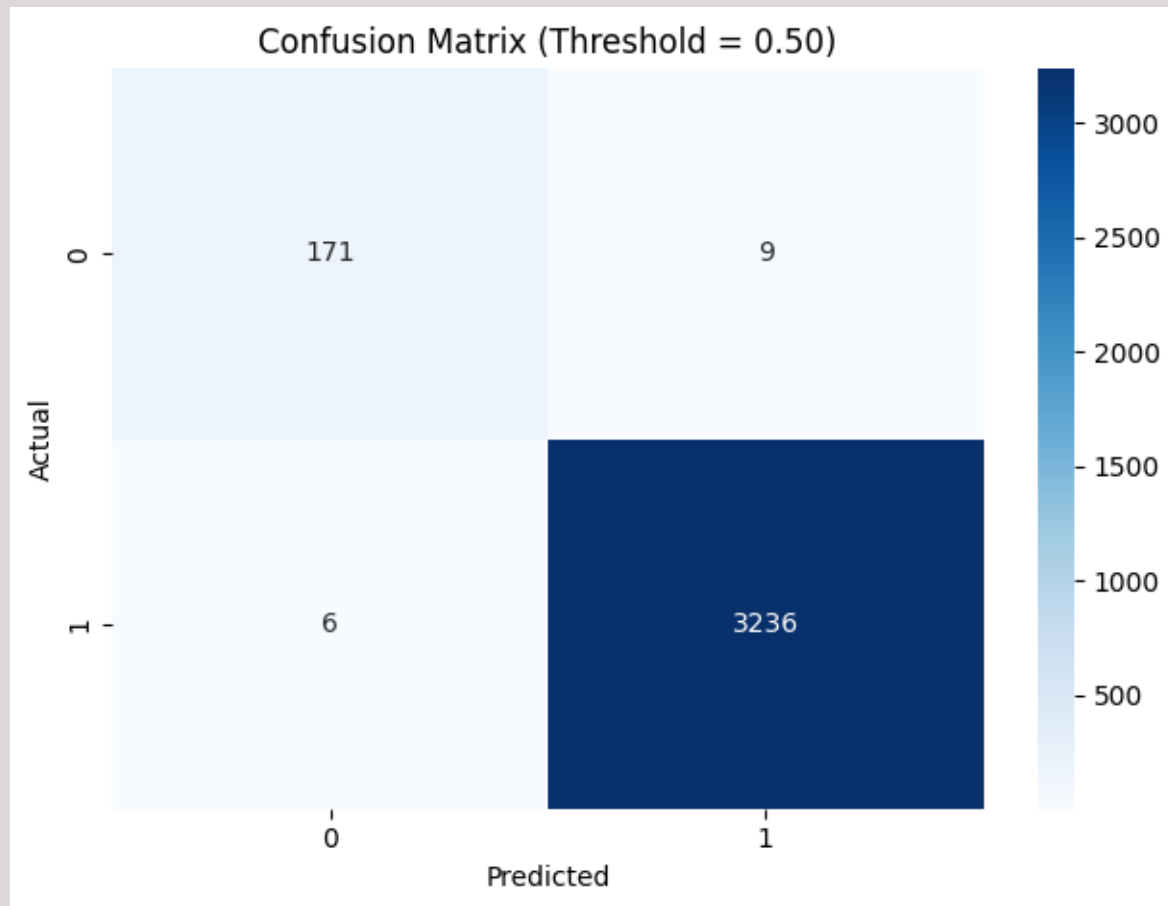
VIF<2



Correlation Matrix ✓

Μοντέλο 2 – Αποτελέσματα (1/2)

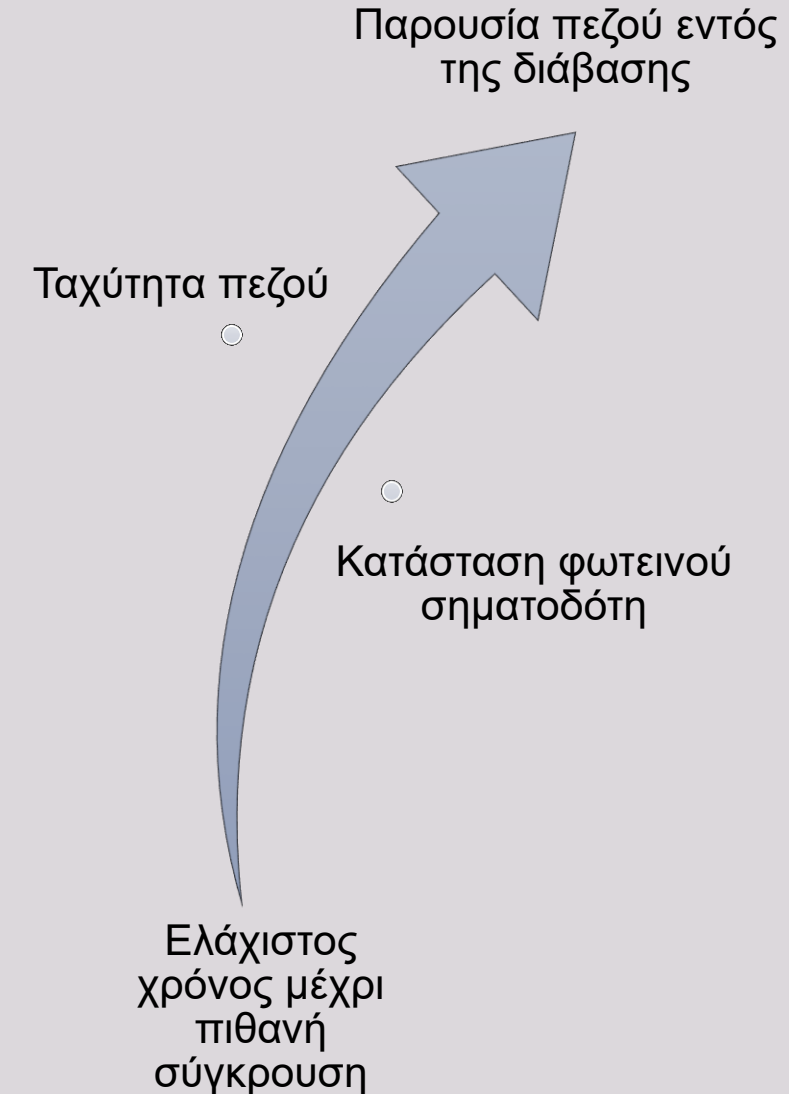
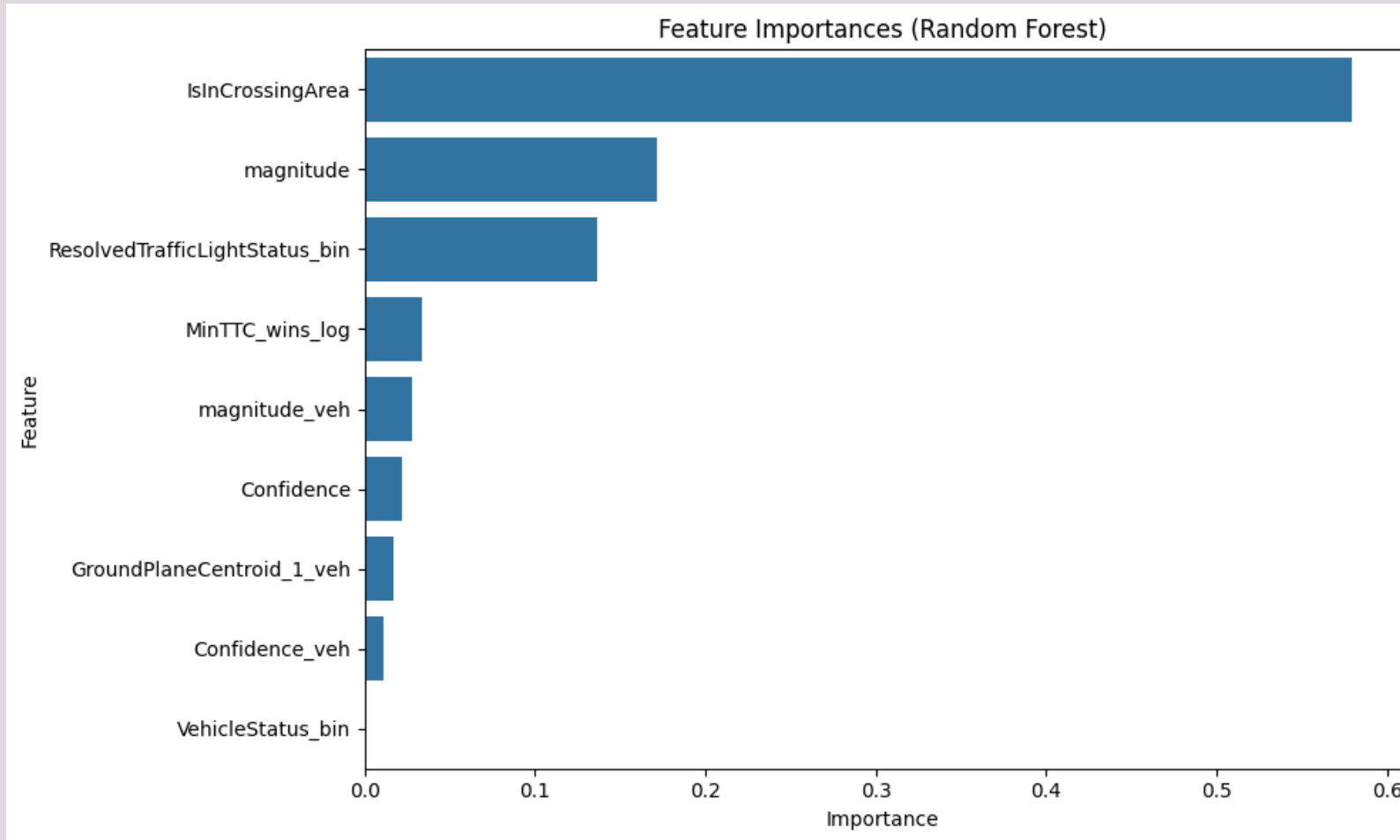
Εξαρτημένη μεταβλητή: *Νόμιμη/Παράνομη διέλευση πεζού*



	precision	recall	f1-score	support
0	0.96	0.95	0.95	180
1	0.99	0.99	0.99	3242
Accuracy	0.99			

Μοντέλο 2 – Αποτελέσματα (2/2)

Εξαρτημένη μεταβλητή: *Νόμιμη/Παράνομη διέλευση πεζού*



VIF<2



Correlation Matrix ✓

Συμπεράσματα (1/3)

Λογιστική Παλινδρόμηση - Μεταβλητή στόχος: Παρουσία πεζού εντός / εκτός διάβασης

Γενικά

- Οι παραβάτες πεζοί εμφανίζονται συχνά **εντός διάβασης**, υποδηλώνοντας συνειδητή επιλογή παραβίασης στο θεσμικά προβλεπόμενο σημείο
- Η θετική σχέση του **αυξημένου χρόνου έως πιθανή σύγκρουση** με την παρουσία πεζού εντός διάβασης δείχνει ότι οι πεζοί αξιοποιούν στιγμιαία κενά στην κυκλοφορία για να διασχίσουν, εφαρμόζοντας στρατηγική προσαρμογής με βάση την αντιλαμβανόμενη ασφάλεια

Πεζός

- Η **αυξημένη ταχύτητα του πεζού** στον άξονα διάσχισης συνδέεται με στοχευμένη και αποφασιστική κίνηση, υποδεικνύοντας είτε νόμιμη διέλευση είτε συνειδητή προσπάθεια μείωσης του χρόνου έκθεσης στο διερχόμενο ρεύμα, κατά την παραβίαση

Όχημα

- Η **παρουσία οχήματος με προτεραιότητα** αυξάνει την πιθανότητα διάσχισης, υποδεικνύοντας ότι η παραβίαση του σηματοδότη γίνεται με πλήρη επίγνωση του κινδύνου
- Όταν **το όχημα βρίσκεται πιο μακριά** από τη διάβαση, αυξάνεται η πιθανότητα παρουσίας πεζού εντός της, λόγω της αντιλαμβανόμενης ασφάλειας
- Η **αυξημένη ταχύτητα του οχήματος** μειώνει την πιθανότητα διάσχισης, λειτουργώντας αποτρεπτικά λόγω ενισχυμένης αίσθησης κινδύνου

Συμπεράσματα (2/3)

Λογιστική Παλινδρόμηση - Μεταβλητή στόχος: Νόμιμη / Παράνομη διέλευση πεζού

Γενικά

- Η **αυξημένη βεβαιότητα του αλγορίθμου** για τον εντοπισμό πεζού συνδέεται με νόμιμη διάσχιση, ενδεχομένως, διότι οι νόμιμοι πεζοί κινούνται με πιο σταθερό και προβλέψιμο τρόπο
- Η **αύξηση του διαθέσιμου χρόνου έως πιθανή σύγκρουση** σχετίζεται με αυξημένη πιθανότητα παραβίασης, αποκαλύπτοντας υπολογισμένο ρίσκο από την πλευρά του πεζού

Πεζός

- Η **αυξημένη ταχύτητα διάσχισης** του πεζού σχετίζεται με παραβίαση, πιθανόν ως στρατηγική μείωσης της έκθεσης στη διερχόμενη κυκλοφορία

Όχημα

- Η **αυξημένη ταχύτητα των οχημάτων** σχετίζεται με συμμόρφωση των πεζών, υποδεικνύοντας αποτρεπτική επίδραση της έντονης οδικής κυκλοφορίας
- Η **παρουσία οχήματος με προτεραιότητα** σχετίζεται με αυξημένη πιθανότητα παραβίασης, καταδεικνύοντας πως οι πεζοί συχνά διασχίζουν εν γνώσει της μη προτεραιότητάς τους

Συμπεράσματα (3/3)

Τυχαία Δάση – Μεταβλητή Στόχος: Παρουσία πεζού εντός / εκτός διάβασης

- Η ανάλυση των τυχαίων δασών επιβεβαιώνει τα βασικά ευρήματα της Λογιστικής Παλινδρόμησης αναδεικνύοντας, εξίσου, ως σημαντικούς παράγοντες που συμμετέχουν στην πρόβλεψη: τον **ελάχιστο χρόνο ως την πιθανή σύγκρουση, τις ταχύτητες πεζών και οχημάτων, την κατάσταση του φωτεινού σηματοδότη και την κατάσταση διάσχισης του πεζού**. Συμπληρωματικά, αναδείχθηκε η σημασία της **χωρικής θέσης του πεζού** στον άξονα βάθους, προσθέτοντας χωρικό-οπτική πληροφορία που δεν αποτυπώνεται άμεσα στην Λογιστική ανάλυση

Τυχαία Δάση – Μεταβλητή Στόχος: Νόμιμη / Παράνομη διέλευση πεζού

- Η ανάλυση των τυχαίων δασών επιβεβαιώνει τα βασικά ευρήματα της Λογιστικής Παλινδρόμησης αναδεικνύοντας, εξίσου, ως σημαντικούς παράγοντες τον **ελάχιστο χρόνο ως την πιθανή σύγκρουση, την ταχύτητα του πεζού, την κατάσταση του φωτεινού σηματοδότη και την παρουσία πεζού εντός/εκτός διάβασης**

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα...

Ανάλυση της **χρονικής στιγμής εισόδου** στο οδόστρωμα για ακριβέστερη εκτίμηση παραβάσεων

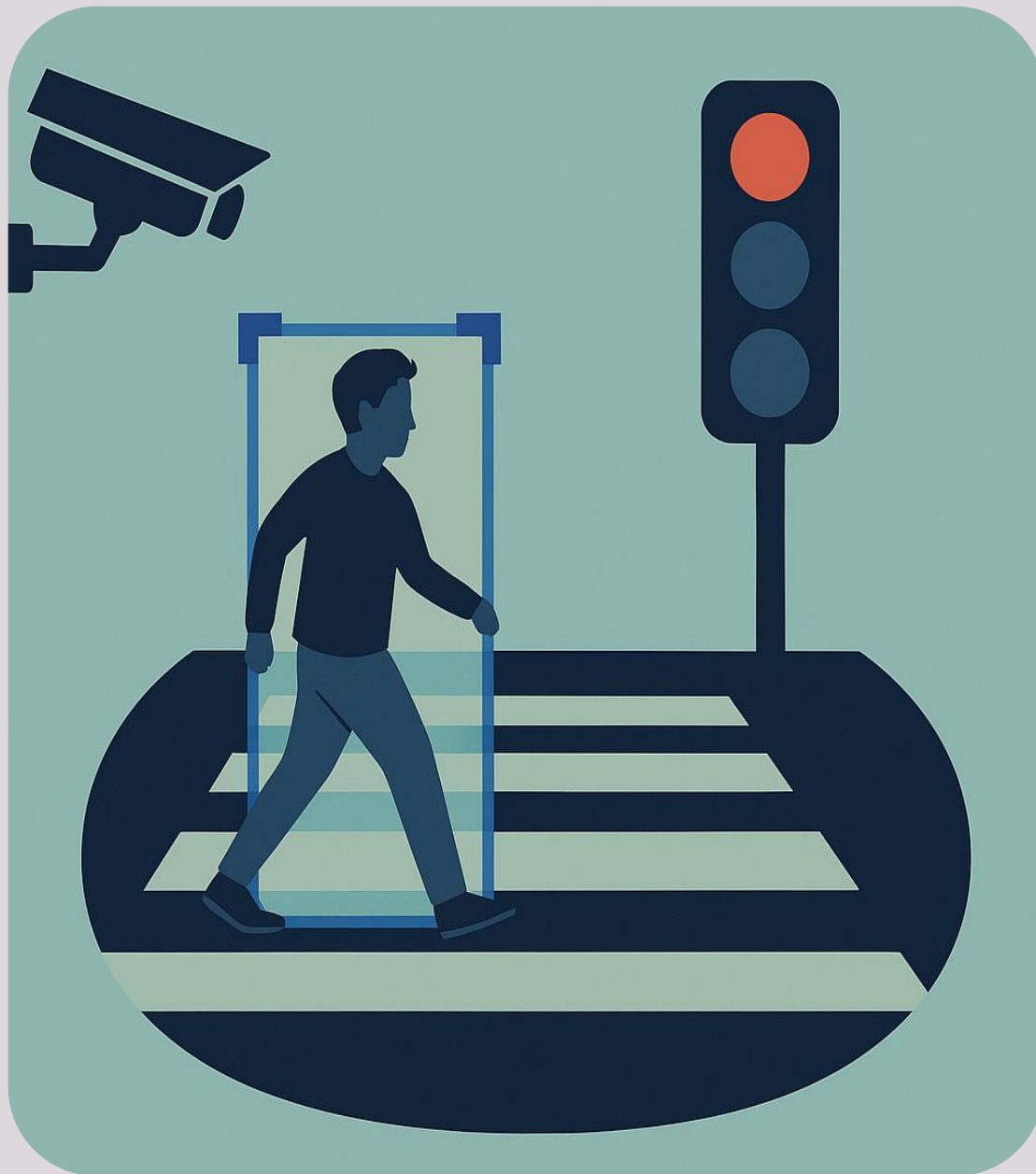
Αξιοποίηση **χρονικής πληροφορίας** για την εκτίμηση της κατάστασης του σηματοδότη

Επέκταση της μεθόδου σε **διαφορετικές τοποθεσίες** και συνθήκες

Ανάλυση τροχιών πεζών για ενίσχυση της **κατανόησης** και πρόβλεψης της **συμπεριφοράς**

Εφαρμογή μοντέλων **πρόβλεψης** πρόθεσης και μελλοντικής θέσης αντικειμένων (GRU, LSTM κ.α.)

Συσχέτιση παραβάσεων και με άλλες **μεταβλητές**



Διερεύνηση μη συμμορφούμενων διελεύσεων πεζών σε
σηματοδοτούμενες διασταυρώσεις αξιοποιώντας τεχνική
υπολογιστικής όρασης

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Μυρογιάννη Μελπομένη – Ναταλία
Επιβλέπων: Γεώργιος Γιαννής, καθηγητής Ε.Μ.Π.
Αθήνα, Ιούλιος 2025