

# Υπολογιστική Νοημοσύνη: Car Control FLC

Τσακιρίδου Δήμητρα Μαρία - 10466

Σεπτέμβριος 2025

## 1 Εισαγωγή

Σε αυτή την εργασία σχεδιάστηκε ένας ασαφής ελεγκτής (FLC) για τον έλεγχο της κίνησης ενός οχήματος με σκοπό την αποφυγή εμποδίων και την άφιξη σε επιθυμητή θέση  $(x_d, y_d) = (10, 3.2)$ . Το όχημα κινείται με σταθερή ταχύτητα  $u = 0.05 \text{ m/s}$  και χρησιμοποιεί αισθητήρες για να μετρά την κατακόρυφη ( $d_v$ ) και οριζόντια ( $d_h$ ) απόσταση από εμποδία, καθώς και τη γωνία της ταχύτητας ( $\theta$ ). Ο FLC υπολογίζει την αλλαγή στη γωνία  $\Delta\theta$  ώστε να οδηγήσει το όχημα ασφαλώς στον στόχο.

## 2 Σχεδίαση του Ασαφούς Ελεγκτή

### 2.1 Είσοδοι και Έξοδοι

- $d_v \in [0, 1] \text{ m}$  (κατακόρυφη απόσταση) με συναρτήσεις συμμετοχής: VS, S, M, L, VL.
- $d_h \in [0, 1] \text{ m}$  (οριζόντια απόσταση) με συναρτήσεις συμμετοχής: VS, S, M, L, VL.
- $\theta \in [-180^\circ, 180^\circ]$  (γωνία ταχύτητας) με συναρτήσεις συμμετοχής: NL, NS, ZE, PS, PL.
- $\Delta\theta \in [-130^\circ, 130^\circ]$  (αλλαγή γωνίας) με συναρτήσεις συμμετοχής: NL, NS, ZE, PS, PL.

### 2.2 Βάση Κανόνων

Η βάση κανόνων αποτελείται από 28 κανόνες της μορφής:

IF ( $d_h$  is ...) AND ( $\theta$  is ...) [AND ( $d_v$  is ...)] THEN ( $\Delta\theta$  is ...)

Οι κανόνες σχεδιάστηκαν με βάση τη λογική αποφυγής εμποδίων και προσέγγισης του στόχου. Για παράδειγμα, όταν η οριζόντια απόσταση είναι πολύ μικρή (VS), το όχημα στρίβει απότομα προς τα πάνω και δεξιά.

### 3 Προσομοίωση και Αποτελέσματα

#### 3.1 Αρχικές Συναρτήσεις Συμμετοχής

Με τις αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής, το όχημα δεν κατάφερε να φτάσει στον στόχο για καμία από τις τρεις αρχικές γωνίες. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 1.

Table 1: Αποτελέσματα με Αρχικές Συναρτήσεις Συμμετοχής

Αρχική Γωνία	Σφάλμα (m)	Μήκος Διαδρομής (m)	Επανάληψεις
0°	0.2647	8.05	161
45°	0.2678	8.05	161
-45°	0.2619	8.05	161

#### 3.2 Τροποποιημένες Συναρτήσεις Συμμετοχής

Μετά την τροποποίηση των συναρτήσεων συμμετοχής (μείωση του εύρους των μεγάλων αλλαγών), το όχημα κατάφερε να φτάσει στον στόχο για όλες τις αρχικές γωνίες με πολύ μικρό σφάλμα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον Πίνακα 2.

Table 2: Αποτελέσματα με Τροποποιημένες Συναρτήσεις Συμμετοχής

Αρχική Γωνία	Σφάλμα (m)	Μήκος Διαδρομής (m)	Επανάληψεις
0°	0.0122	8.10	162
45°	0.0120	8.10	162
-45°	0.0118	8.20	164

### 4 Σχόλια και Συμπεράσματα

- Οι αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής οδήγησαν σε *overshooting* και αδυναμία άφιξης στον στόχο λόγω των μεγάλων αλλαγών στη γωνία.
- Η βελτιστοποίηση των συναρτήσεων συμμετοχής (μείωση του εύρους των τιμών για τις λεκτικές τιμές VL, PL κ.λπ.) βελτίωσε σημαντικά την απόδοση του ελεγκτή.
- Ο FLC με τις τροποποιημένες συναρτήσεις είναι ικανός να οδηγήσει το όχημα στον στόχο με ακρίβεια χωρίς να προκύψουν συγκρούσεις.
- Το σύστημα είναι robust αφού λειτουργεί για διαφορετικές αρχικές γωνίες.

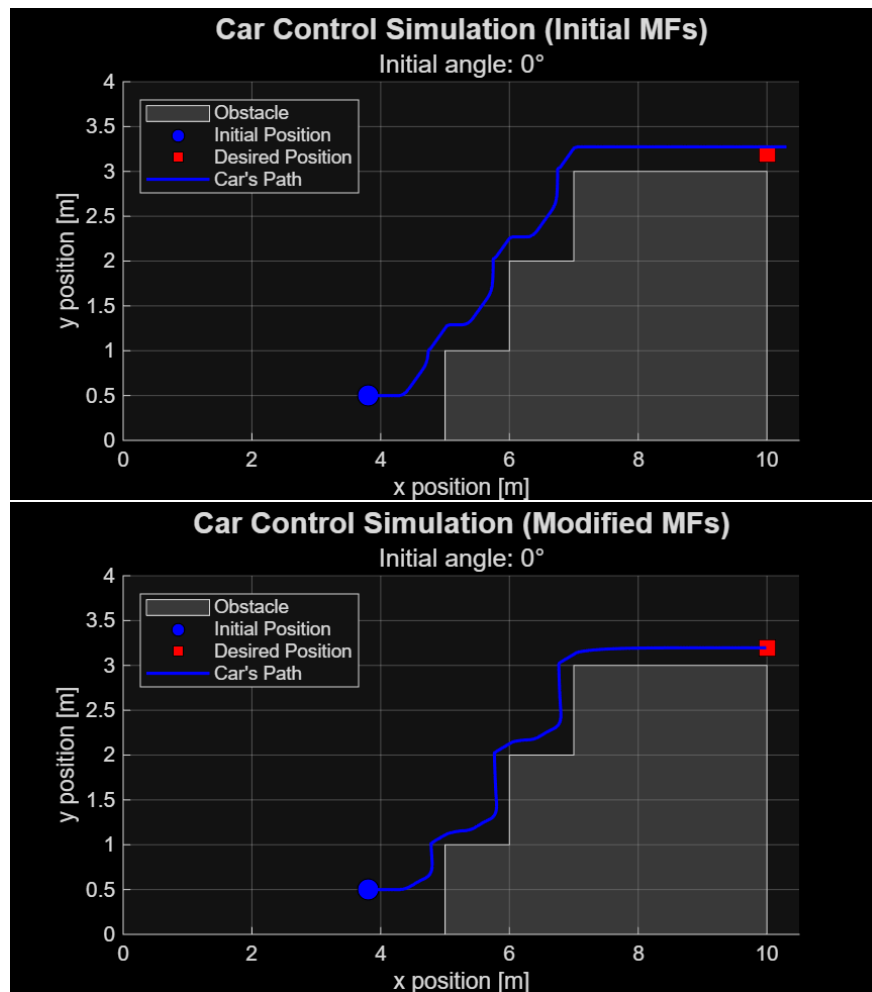


Figure 1: Σύγκριση αρχικής και βελτιωμένης τροχιάς για αρχική γωνία  $0^\circ$ . Η βελτιωμένη έκδοση παρουσιάζει πιο ομαλή πορεία και καλύτερη σύγκλιση προς τον στόχο.

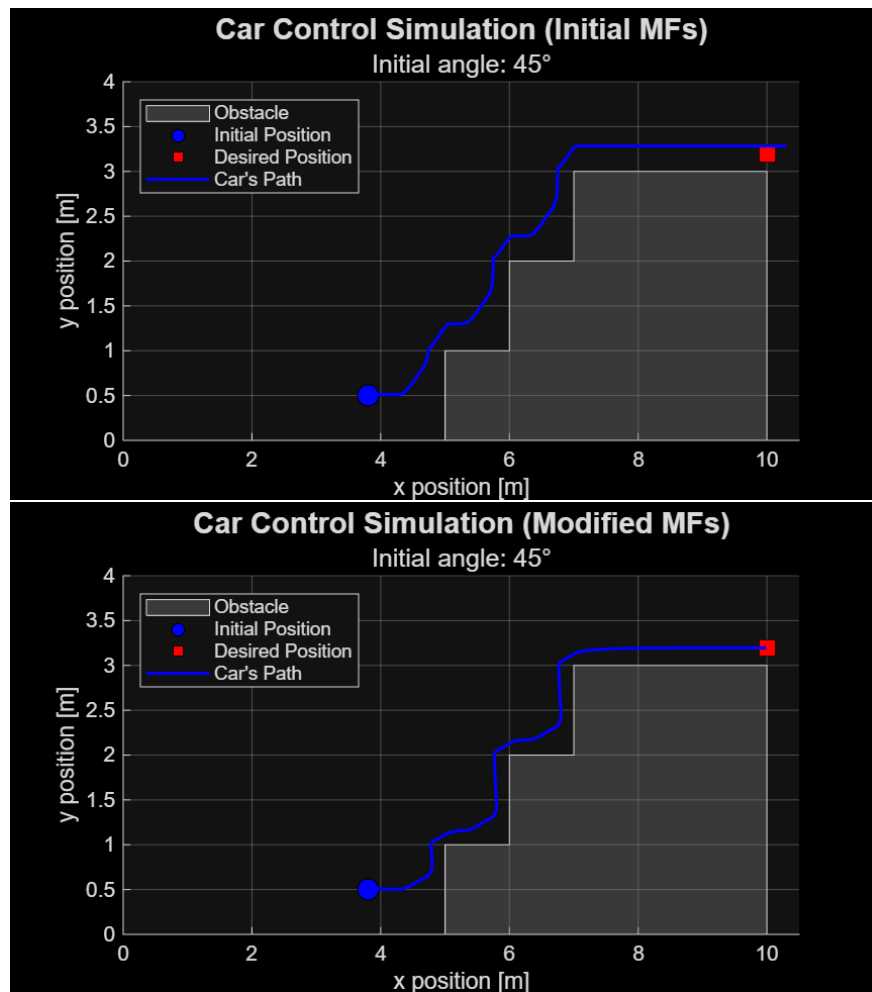


Figure 2: Σύγκριση αρχικής και βελτιωμένης τροχιάς για αρχική γωνία  $45^\circ$ . Η τροποποιημένη έκδοση επιτυγχάνει καλύτερη απόδοση στην αποφυγή εμποδίων και πιο ακριβή προσέγγιση του στόχου.

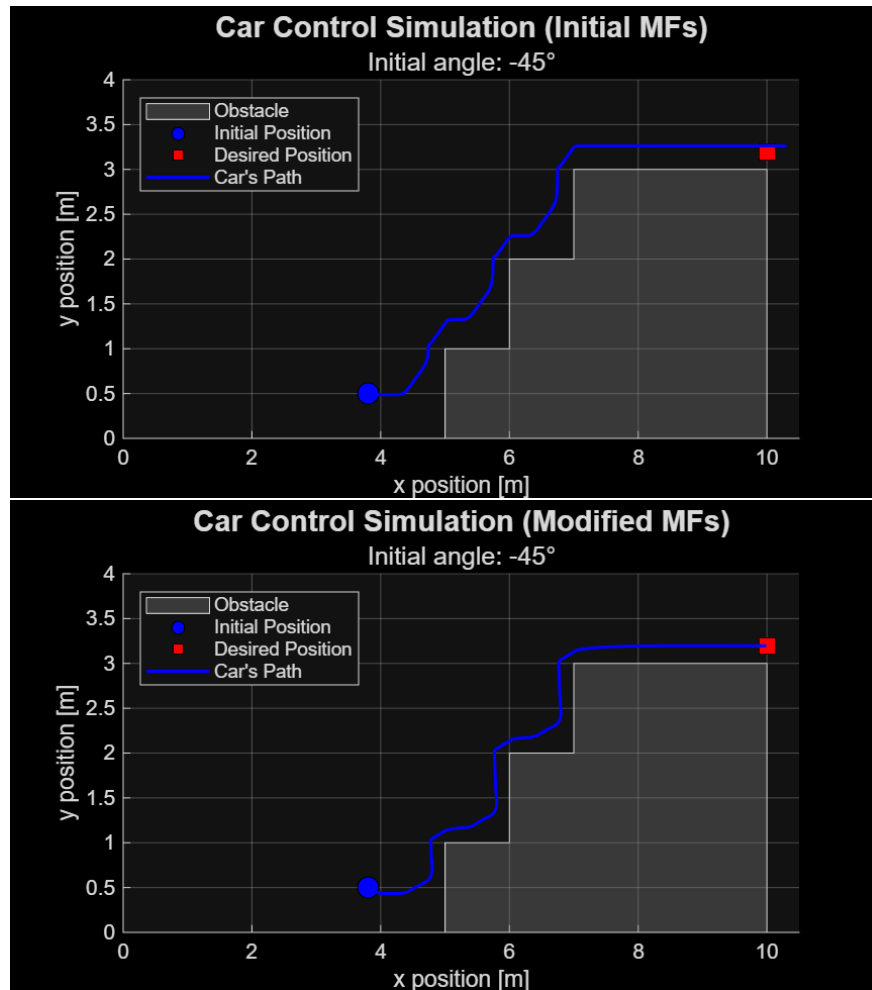


Figure 3: Σύγκριση αρχικής και βελτιωμένης τροχιάς για αρχική γωνία  $-45^\circ$ . Όπως βλέπουμε και από τα παραπάνω διαγράμματα, η βελτιωμένη έκδοση παρουσιάζει πιο ομαλή πορεία και καλύτερη σύγκλιση προς τον στόχο.

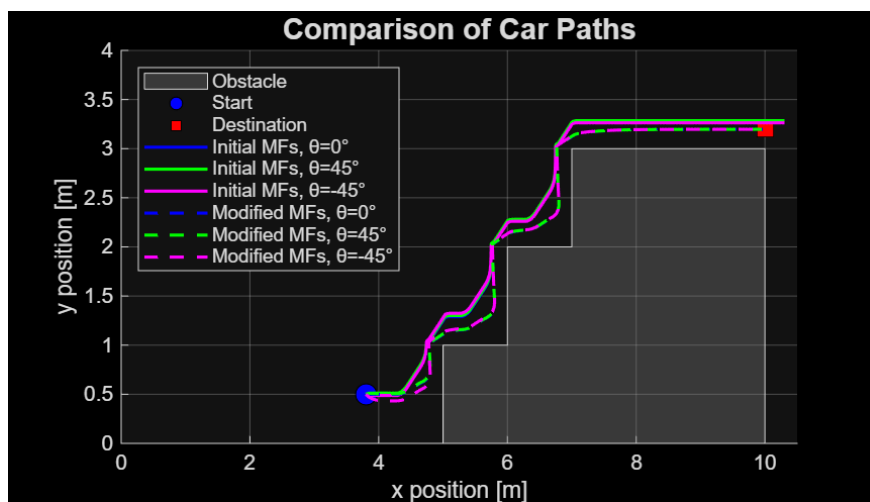


Figure 4: Σύγκριση των τροχιών για τις τρεις αρχικές γωνίες ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $-45^\circ$ ) μετά τη βελτιστοποίηση των παραμέτρων. Παρατηρούμε ότι το όχημα φτάνει στην επιθυμητή θέση (10, 3.2) σε όλες τις περιπτώσεις.