

Εργασία
Στα Ασαφή Συστήματα
(Car Control Ser1)

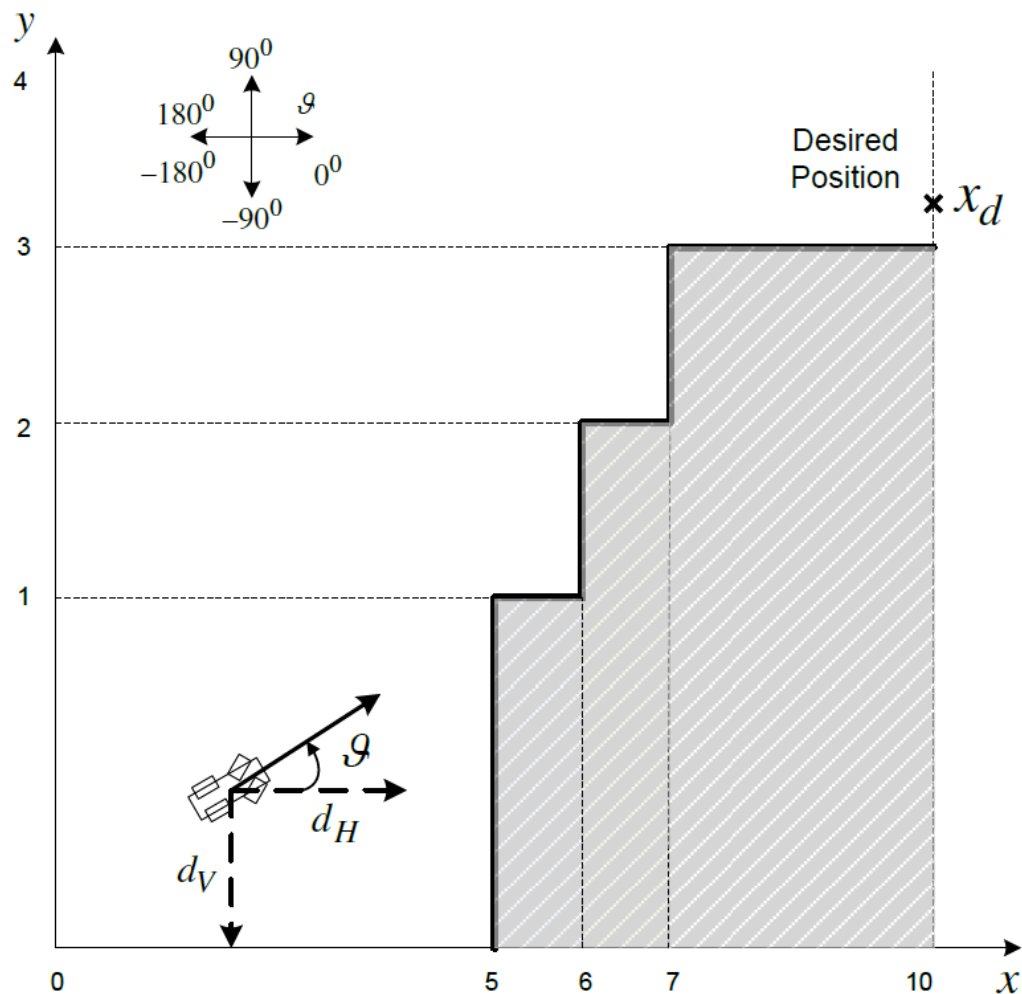
ΟΝΟΜΑ: Αντώνης
ΕΠΩΝΥΜΟ: Μυρσινιάς
ΑΕΜ:8873
ΕΤΟΣ:2020

Περιεχόμενα

Πρόβλημα.....	2
Σχήμα 1	2
Μαθηματική ανάλυση του προβλήματος.....	3
Αρχικές συνθήκες	4
Σχήμα 2	4
Σχήμα 3	5
Σχήμα 4	5
Κανόνες	6
1 ^η Υλοποίηση.....	8
Σχήμα 5: $\vartheta = 0^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.6526	8
Σχήμα 6: $\vartheta = -45^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.6470	9
Σχήμα 7: $\vartheta = -90^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.6471	9
2 ^η Υλοποίηση.....	10
Σχήμα 8: $\vartheta = 0^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.000533	10
Σχήμα 9: $\vartheta = -45^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.00056	11
Σχήμα 10: $\vartheta = -90^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.00056	11
Αρχεία.....	12

Πρόβλημα

Η εργασία αυτή έχει σκοπό τον σχεδιασμό ενός ασαφούς ελεγκτή (FLC) για τον έλεγχο της κίνησης ενός οχήματος, με σκοπό την αποφυγή εμποδίων. Η διαδικασία φαίνεται στο σχ.1



Σχήμα 1

Σκοπός του FLC είναι να οδηγήσει το όχημα με ασφάλεια (χωρίς να ακουμπήσει στα σταθερά εμπόδια) στην επιθυμητή θέση (desired position, x_d). Το όχημα διαθέτει τους κατάλληλους αισθητήρες ώστε να υπολογίζει κάθε χρονική στιγμή την κάθετη (d_V) και οριζόντια (d_H) απόστασή του από τα εμπόδια. Το μέτρο της ταχύτητάς του είναι σταθερό και ίσο με $u=0.05$ m/sec. Με δεδομένη την κάθετη (d_V) και οριζόντια (d_H) απόστασή του από τα εμπόδια, και τη διεύθυνση της

ταχύτητας θ , ζητείται να σχεδιαστεί ένας FLC ο οποίος θα αποφασίζει για τη μεταβολή στη διεύθυνση ($\Delta\theta$) ώστε το όχημα να μεταφερθεί στην επιθυμητή θέση $(x_d, y_d) = (10, 3.2)$ με τη μικρότερη απόκλιση από τον άξονα y (σημαντικό δηλαδή είναι το x_d και απλώς να είναι κοντά στο y_d).

Μαθηματική ανάλυση του προβλήματος

Η ταχύτητα του οχήματος (u) μπορεί να αναλυθεί στους άξονες x , y (όπου x , y ο οριζόντιος και ο κάθετος άξονας αντίστοιχα). Συνεπώς, έχω:

$$\vec{u} = \frac{dx}{dt} \vec{x} + \frac{dy}{dt} \vec{y} \Rightarrow$$
$$\frac{dx}{dt} = u \cdot \cos(\theta)$$

Και

$$\frac{dy}{dt} = u \cdot \sin(\theta)$$

Επομένως, σε κάθε ανανέωση της παραμέτρου θ , η νέα θέση του οχήματος και το νέο θ θα είναι:

$$x(n+1) = x(n) + u \cdot \cos(\theta(n))$$
$$y(n+1) = y(n) + u \cdot \sin(\theta(n))$$
$$\theta(n+1) = \theta(n) + \Delta\theta$$

Οι παραπάνω τύποι έχουν προκύπτουν βασισμένοι στην υπόθεση, ότι το θ θα ανανεώνεται ανά 1 sec.

Αρχικές συνθήκες

Ο ασαφής ελεγκτής FLC δέχεται ως εισόδους :

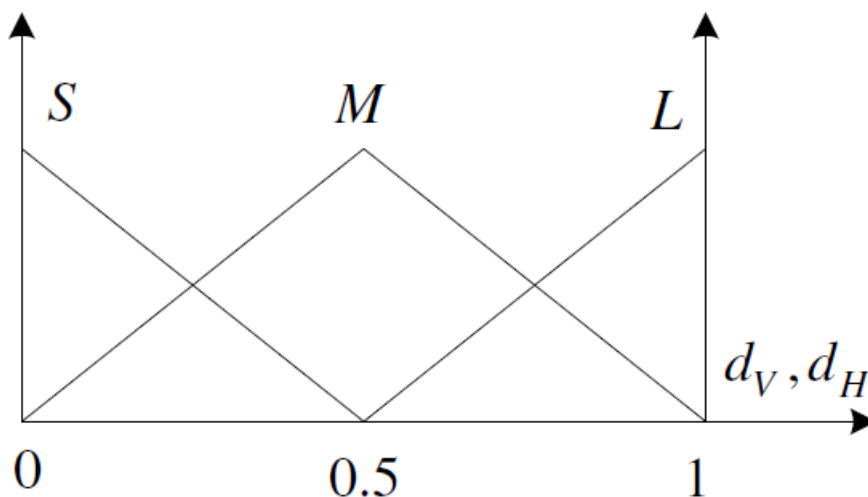
- a) Την κάθετη απόσταση από τα εμπόδια d_v
- b) Την οριζόντια απόσταση από τα εμπόδια d_h
- c) Την διεύθυνση της ταχύτητας θ

Οι περιορισμοί των οποίων είναι:

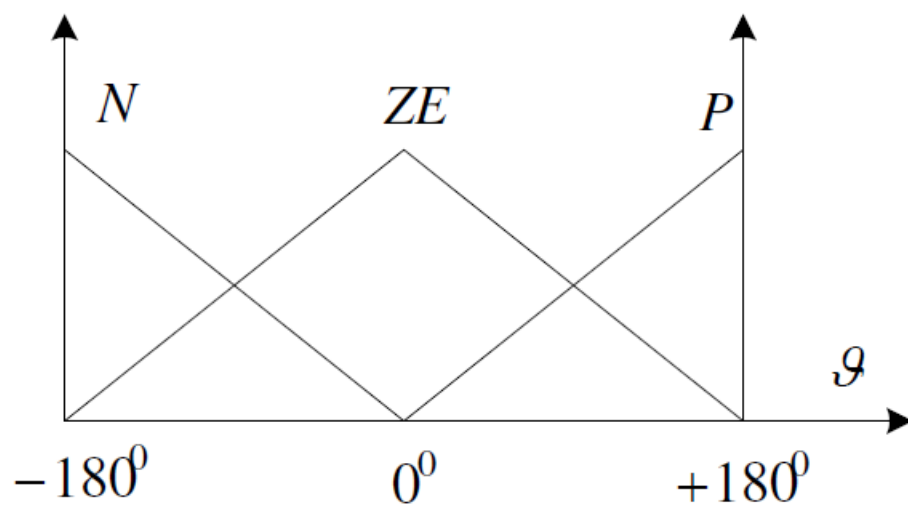
- a) $d_v \in [0, 1]$ (m)
- b) $d_h \in [0, 1]$ (m)
- c) $\theta \in [-130^\circ, 130^\circ]$ (m)

Ο FLC δίνει ως έξοδο τη μεταβολή της διεύθυνσης του οχήματος ($\Delta\theta$), με περιορισμό $\Delta\theta \in [-130^\circ, 130^\circ]$.

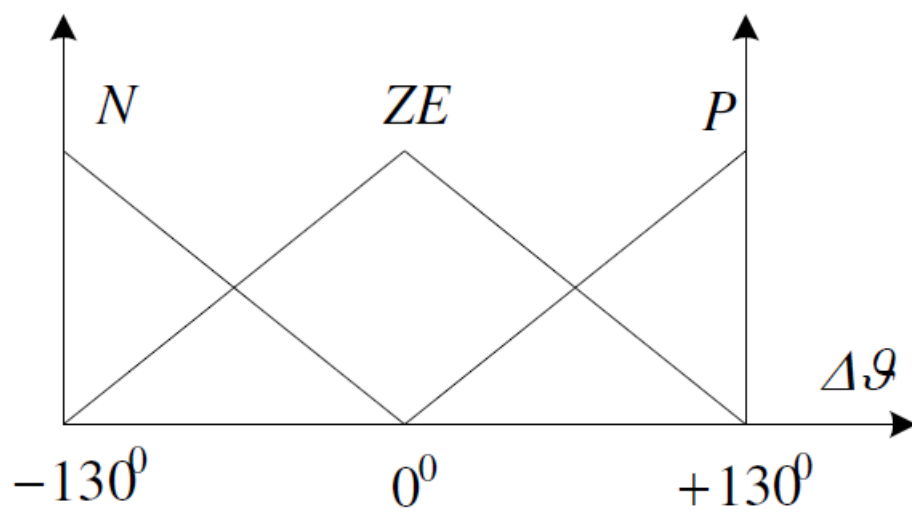
Αρχικά, ο χώρος των μεταβλητής εισόδων d_v και d_h διαμερίζεται σε τρία ασαφή σύνολα, όπως φαίνεται στο Σχ.2 (S: Small, M: Medium, L: Large). Ο χώρος ορισμού της μεταβλητής εισόδου θ διαμερίζεται σε τρία ασαφή σύνολα, όπως φαίνεται στο Σχ.3 (N: Negative, M: Medium, L: Large). Ο χώρος ορισμού της εξόδου Du , διαμερίζεται σε τρία ασαφή σύνολα, όπως φαίνεται στο Σχ.4 (N: Negative, M: Medium, L: Large).



Σχήμα 2



Σχήμα 3



Σχήμα 4

Θέλουμε, λοιπόν, με αρχική θέση του οχήματος (4.1, 0.3) και αρχικές διευθύνσεις $\theta_1 = 0^\circ$, $\theta_2 = -45^\circ$, $\theta_3 = -90^\circ$, να φτάσει στο σημείο (10, 3.2).

Κανόνες

Η βάση των κανόνων αποτελείται $3^3 = 27$ διαφορετικούς κανόνες που παρουσιάζονται παρακάτω.

$d_v = S$		θ		
		N	ZE	P
d_h	S	P	ZE	P
	M	P	P	ZE
	L	P	ZE	N

$d_v = M$		θ		
		N	ZE	P
d_h	S	P	P	P
	M	N	ZE	P
	L	P	P	N

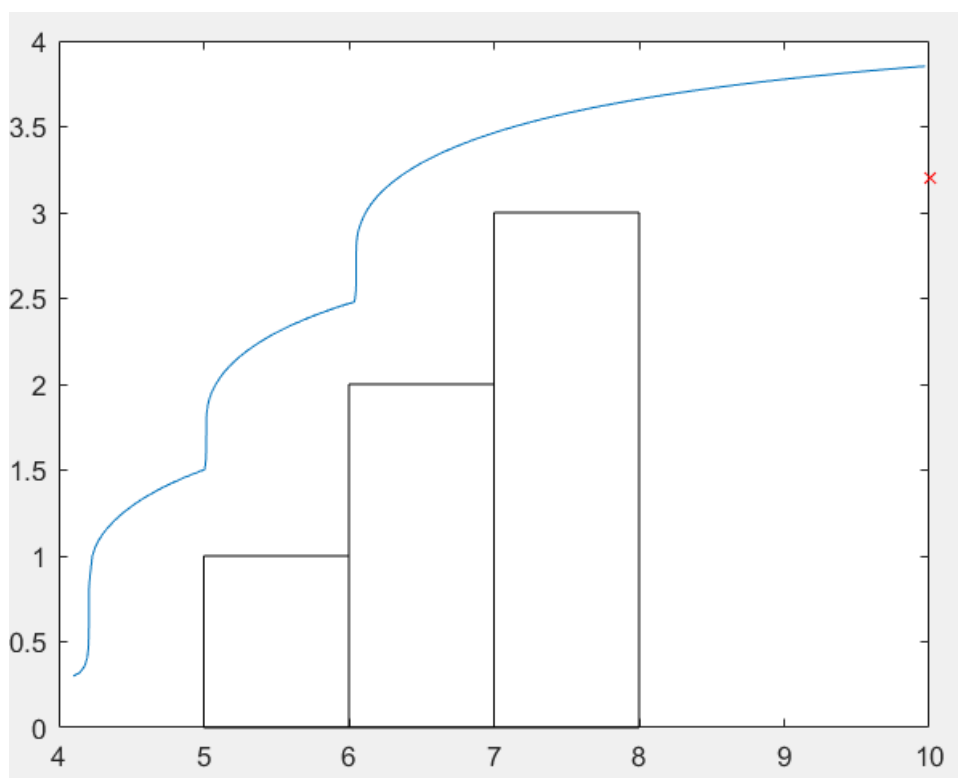
$d_v = L$		θ		
		N	ZE	P
d_h	S	P	ZE	P
	M	P	ZE	P
	L	P	ZE	ZE

Οι κανόνες αρχικά προέκυψαν εμπειρικά και έπειτα πήραν την τελική τους μορφή, που φαίνονται παραπάνω, μέσω δοκιμών. Η λογική που ακολουθούν οι κανόνες είναι ότι:

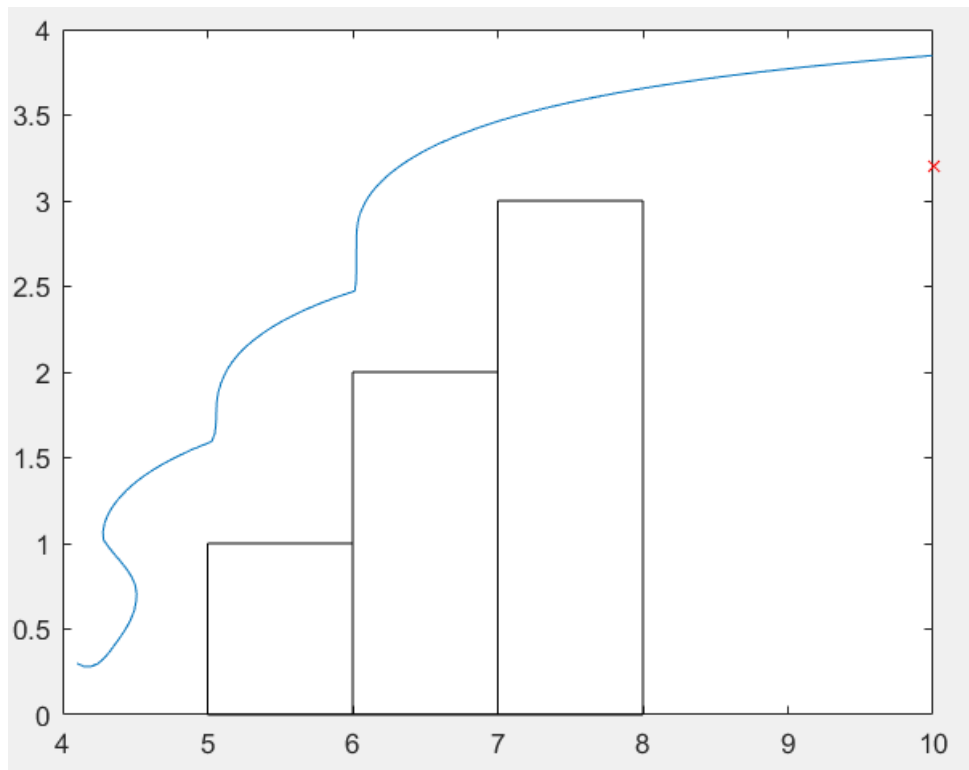
- Όταν το όχημα είναι κοντά στο εμπόδιο ($d_v = S$, $d_h = S$) τότε η μεταβολή της διεύθυνσης ταχύτητας πρέπει να είναι πολύ θετική.
- Όταν το όχημα είναι πολύ μακριά από το εμπόδιο, η γωνία της διεύθυνσής του τείνει να γίνει 0° .
- Όταν το όχημα είναι μακριά από το εμπόδιο, η γωνία της διεύθυνσής του γίνεται θετική, για να το περάσει.
- Όταν η διεύθυνση της ταχύτητας του οχήματος είναι αρνητική, τότε ο FLC προσπαθεί να την κάνει μηδέν ή θετική.
- Αν το όχημα είναι σχετικά μακριά από το εμπόδιο και έχει θετική γωνία διεύθυνση η ταχύτητά του, τότε την διατηρεί.

1^η Υλοποίηση

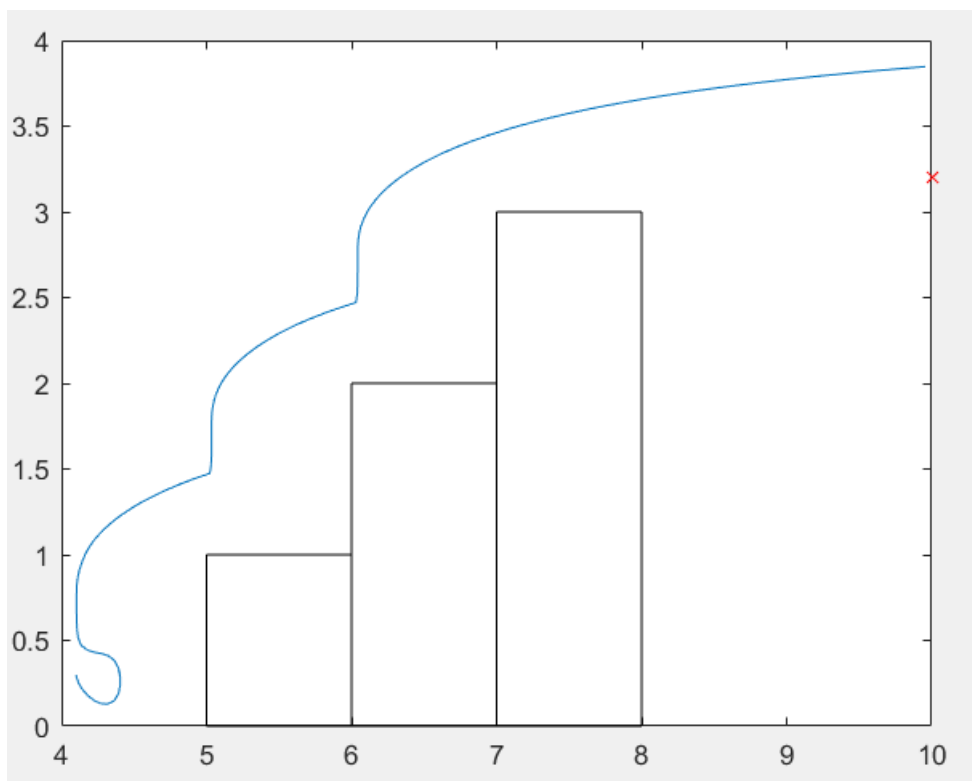
Σε αυτή την προσπάθεια δεν έγινε καμία αλλαγή στις παραμέτρους των συναρτήσεων συμμετοχής. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων (για τις διαφορετικές αρχικές συνθήκες), που πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του Matlab.



Σχήμα 5: $\theta = 0^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.6526



Σχήμα 6: $\theta = -45^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.6470

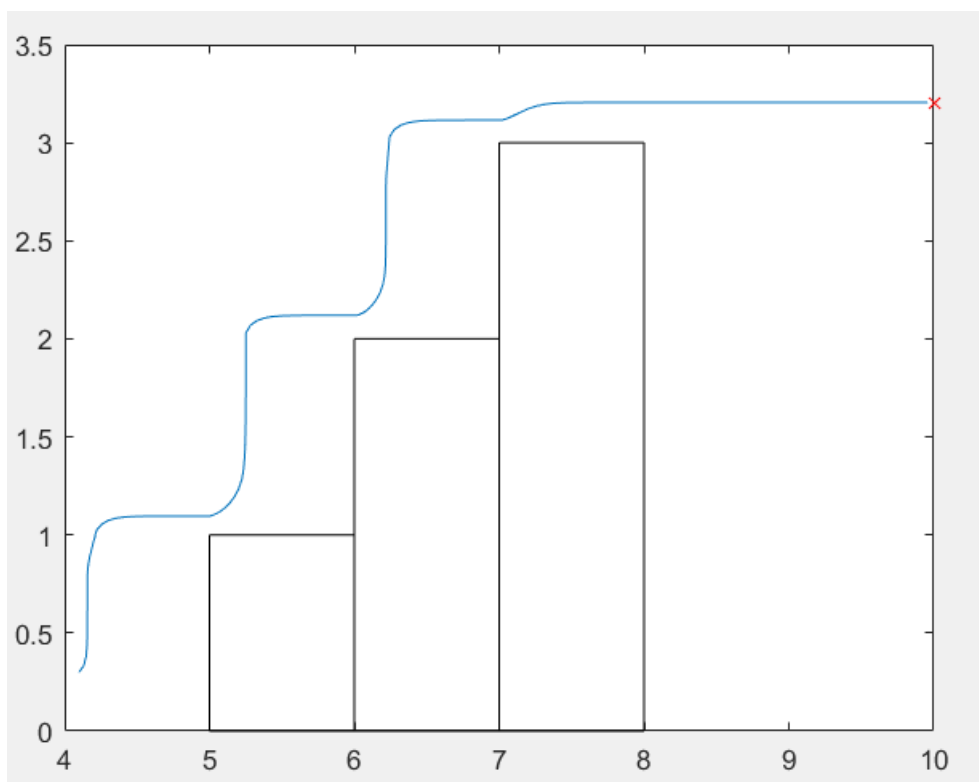


Σχήμα 7: $\theta = -90^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.6471

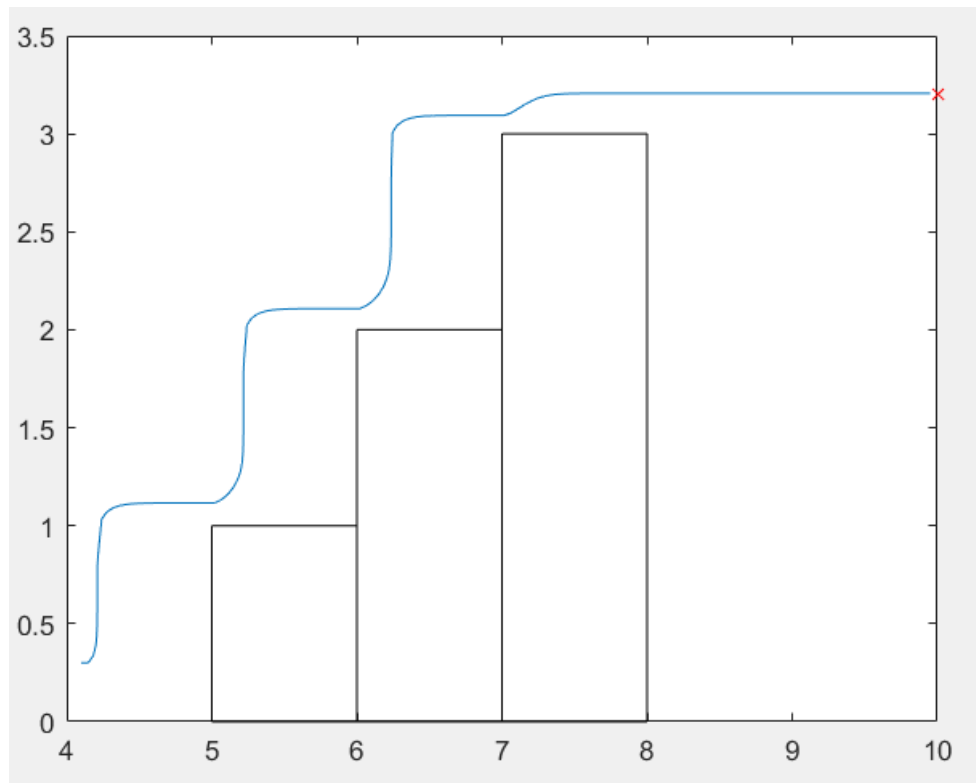
Από τα παραπάνω διαγράμματα γίνεται αντιληπτό ότι το όχημα καταφέρει να περάσει τα εμπόδια, αλλά δεν καταφέρει να φτάσει στην επιθυμητή τελική θέση, αφού το σφάλμα σε όλες τις περιπτώσεις ξεπερνάει το 0.6.

2^η Υλοποίηση

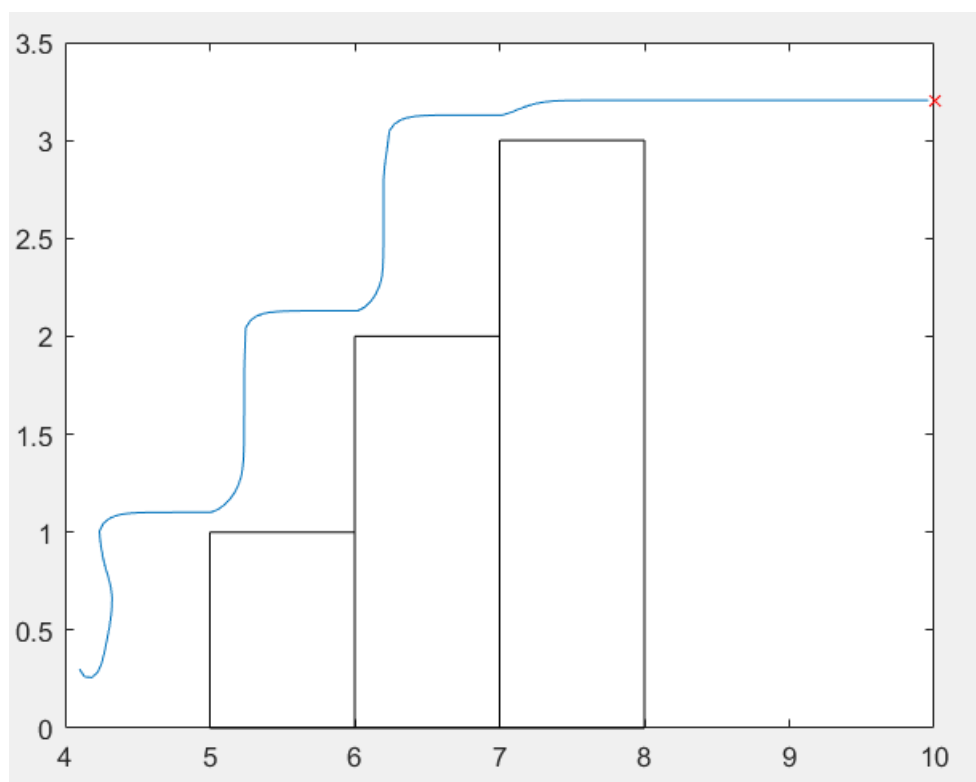
Σε αυτή την υλοποίηση έγινε μία βελτίωση της προηγούμενης. Οι αλλαγές που υπέστη το προηγούμενο μοντέλο περιορίστηκαν μόνο στην αλλαγή του εύρους τιμών της εξόδου του FLC, για $\Delta\theta = Z\theta$. Πιο συγκεκριμένα το εύρος του ασαφούς συνόλου Z θ μεταβλήθηκε από $[-130, 130]$ σε $[-70, 70]$. Τα αποτελέσματα αυτή της αλλαγής φαίνονται στα παρακάτω διαγράμματα.



Σχήμα 8: $\theta = 0^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.000533



Σχήμα 9: $\theta = -45^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.00056



Σχήμα 10: $\theta = -90^\circ$, απόσταση από την επιθυμητή θέση 0.00056

Από τα παραπάνω διαγράμματα γίνεται εύκολα αντιληπτή η βελτίωση του FLC. Το σφάλμα της τελικής θέσης του οχήματος από την επιθυμητή, από τάξης μεγέθους 10^{-1} μειώθηκε σε 10^{-4} .

Αρχεία

Τα αρχεία που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω:

- car1.m: Υλοποίηση του συστήματος και δημιουργία των γραφικών παραστάσεων της πορείας του οχήματος.
- car1_Initial.fis: Υλοποίηση του FLC με τις αρχικές προδιαγραφές.
- car1_Improved.fis: Υλοποίηση του βελτιωμένου FLC.