

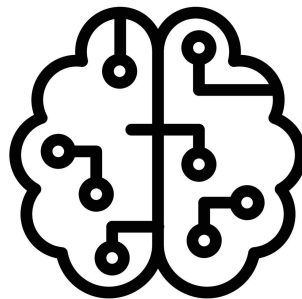
Εργασία 2 στα Ασαφή συστήματα

Υπολογιστική Νοημοσύνη

Έλεγχος αυτοκινήτου με Ασαφείς Ελεγκτές

Παναγιώτης Αβραμίδης 8768

Αύγουστος 2024



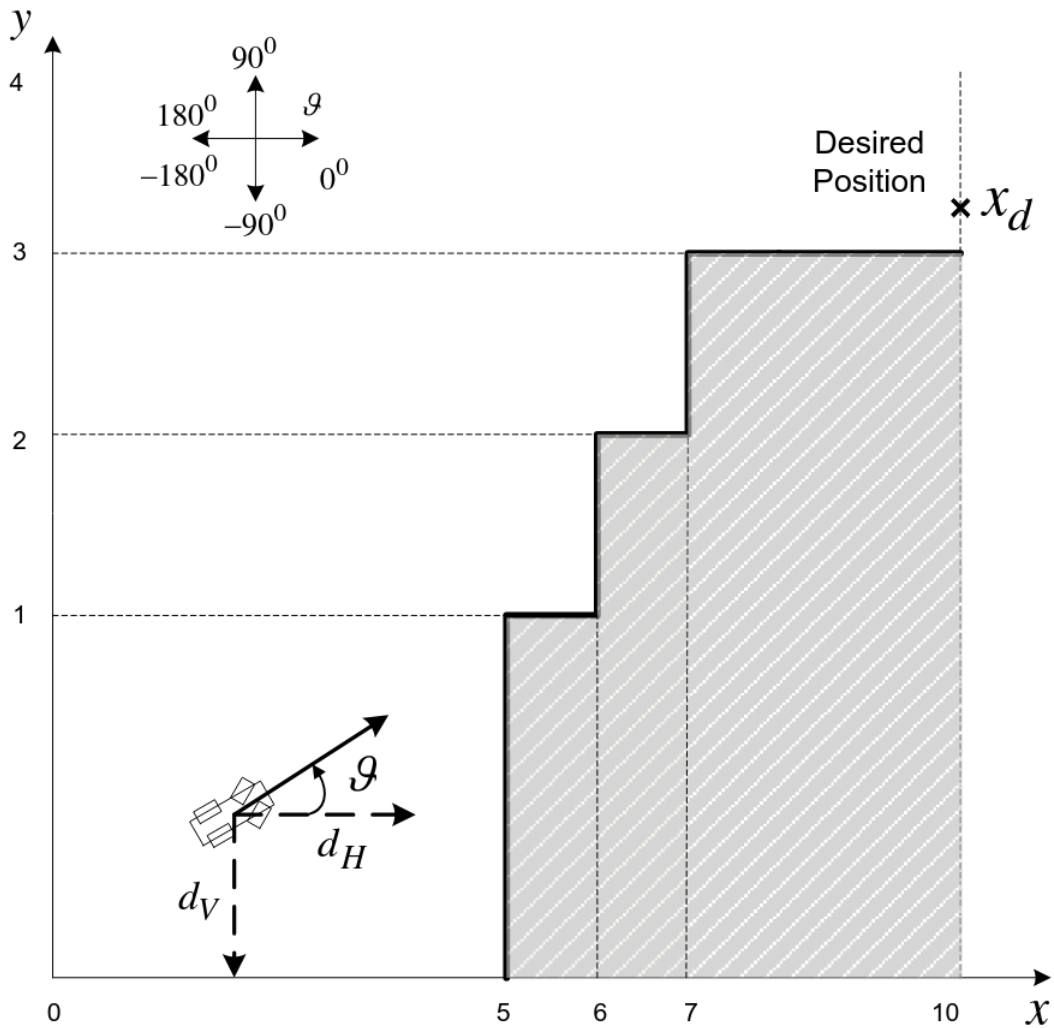
Fuzzy Logic

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών
Ηλεκτρονικών Υπολογιστών
Τομέας Ηλεκτρονικής

Περιεχόμενα

1 Περιγραφή Εργασίας	1
2 Αρχικός Ελεγκτής	3
2.1 Υλοποίηση - Ασαφής βάση κανόνων	3
2.2 Αποτελέσματα	4
3 Τελικός Ελεγκτής	6
3.1 Μεταβολή των συναρτήσεων συμμετοχής	6
3.2 Τελικά αποτελέσματα	6
Βιβλιογραφία	9

1 Περιγραφή Εργασίας



Σχήμα 1.1: Το περιβάλλον του αμαξιού

Ζητείται η υλοποίηση ελεγκτή (Car Control_A) όπου θα ελέγχεται ένα αυτοκίνητο καθώς θα προσπαθεί να αποφύγει ένα εμπόδιο (τείχος) και θα καταλήγει σε ένα σημείο στόχου. Το σημείο αυτό τοποθετείται στο $(x_d, y_d) = (10, 3.2)$ ενώ η εκκίνηση στο $(x_{init} = 4.1, 0.3)$. Το αυτοκίνητο μετράει την κάθετη (d_V) και οριζόντια απόσταση από τον τοίχο με εμβέλεια μέτρησης το ένα μέτρο. Ο ελεγκτής έχει σαν είσοδο τις δύο

τιμές των αισθητήρων και την γωνία του αμαξιού. Ενώ σαν έξοδο έχει την μεταβολή της γωνίας. Η ταχύτητα είναι σταθερή στα $0,05m/s$.

Να σχεδιαστεί βάση κανόνων που να απαρτίζεται από κανόνες της μορφής.

IF dV is S AND dH is S AND theta is N THEN Delta theta is P

Να περιγραφεί η επιλογή και η λειτουργία κάθε κανόνα της βάσης.

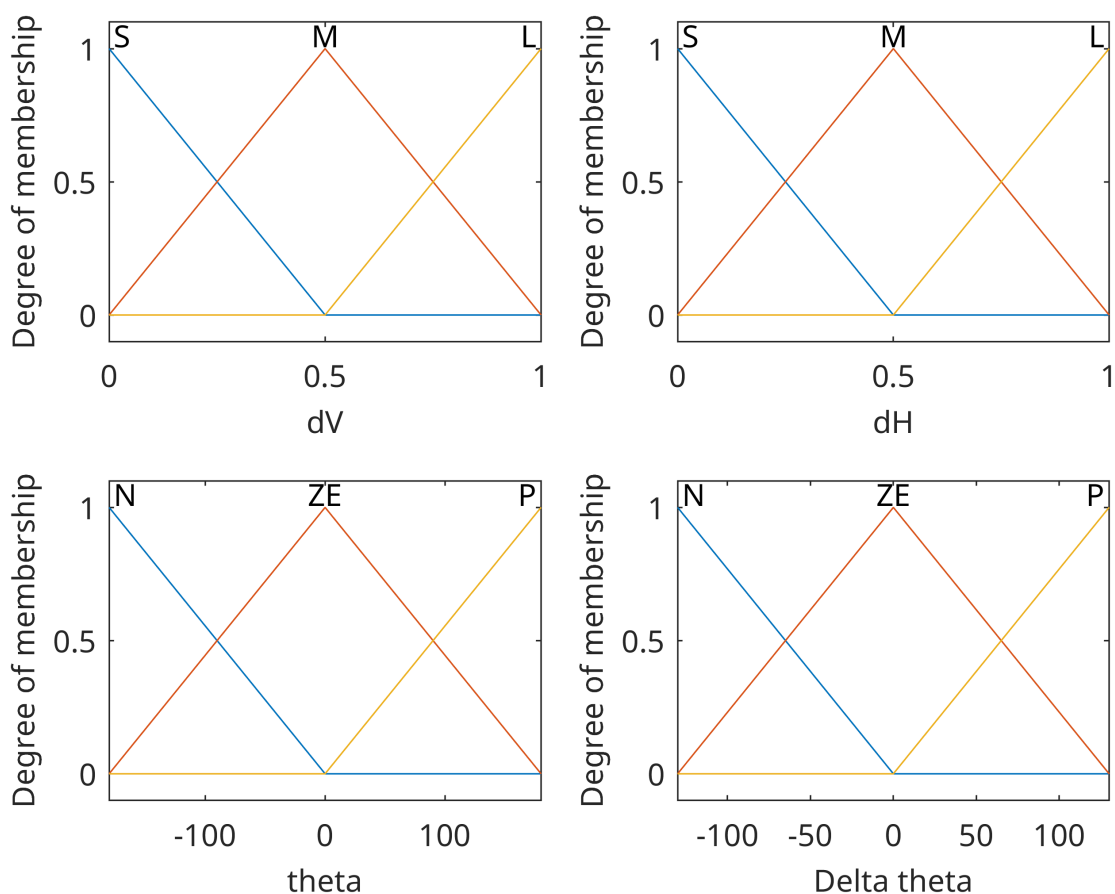
Για την υλοποίηση της ασαφούς βάσης χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τελεστές:

1. Οι κανόνες υλοποιούνται με τον τελεστή συμπερασμού Mamdani, Rc.
2. Το συνδετικό ALSO υλοποιείται με τον τελεστή max.
3. Σαν τελεστή σύνθεσης χρησιμοποιούμε τον max-min.
4. Για την απο-ασαφοποίηση να χρησιμοποιηθεί ο ασαφοποιητής κέντρου βάρους("OA").

2 Αρχικός Ελεγκτής

2.1 Υλοποίηση - Ασαφής βάση κανόνων

Αφού υλοποιήθηκε ο αρχικός ελεγκτής με το Fuzzy Logic Designer βάσει τις εκφώνησης, και δημιουργήθηκαν ακόμα οι αρχικές συναρτήσεις συμμετοχής όπως φαίνεται παρακάτω, έγινε η συμπλήρωση της ασαφής βάσης κανόνων.



Σχήμα 2.1: Συναρτήσεις Συμμετοχής Εισόδου - Εξόδου

Η βάση κανόνων, που διαμορφώθηκε μετά από αρκετές δοκιμές, βασίστηκε στην εξής λογική: Όταν το dH είναι υψηλό, δηλαδή δεν υπάρχει τοίχος κοντά, το $\Delta\theta$ θα καθοριστεί μόνο από την γωνία θ (α). Αυτό επιλέχθηκε γιατί αρχικά έγινε προσπάθεια δημιουργίας μιας λογικής που μπορούσε να κρατήσει και το θ στο ZE και στο dV στο

$\Delta V \backslash \theta$	N	ZE	P
S	P	ZE	N
M	P	ZE	N
L	P	ZE	N

(α') dH is L

$\Delta V \backslash \theta$	N	ZE	P
S	P	P	ZE
M	P	ZE	ZE
L	ZE	ZE	N

(β') dH is M

$\Delta V \backslash \theta$	N	ZE	P
S	P	P	ZE
M	P	P	ZE
L	P	ZE	ZE

(γ') dH is S

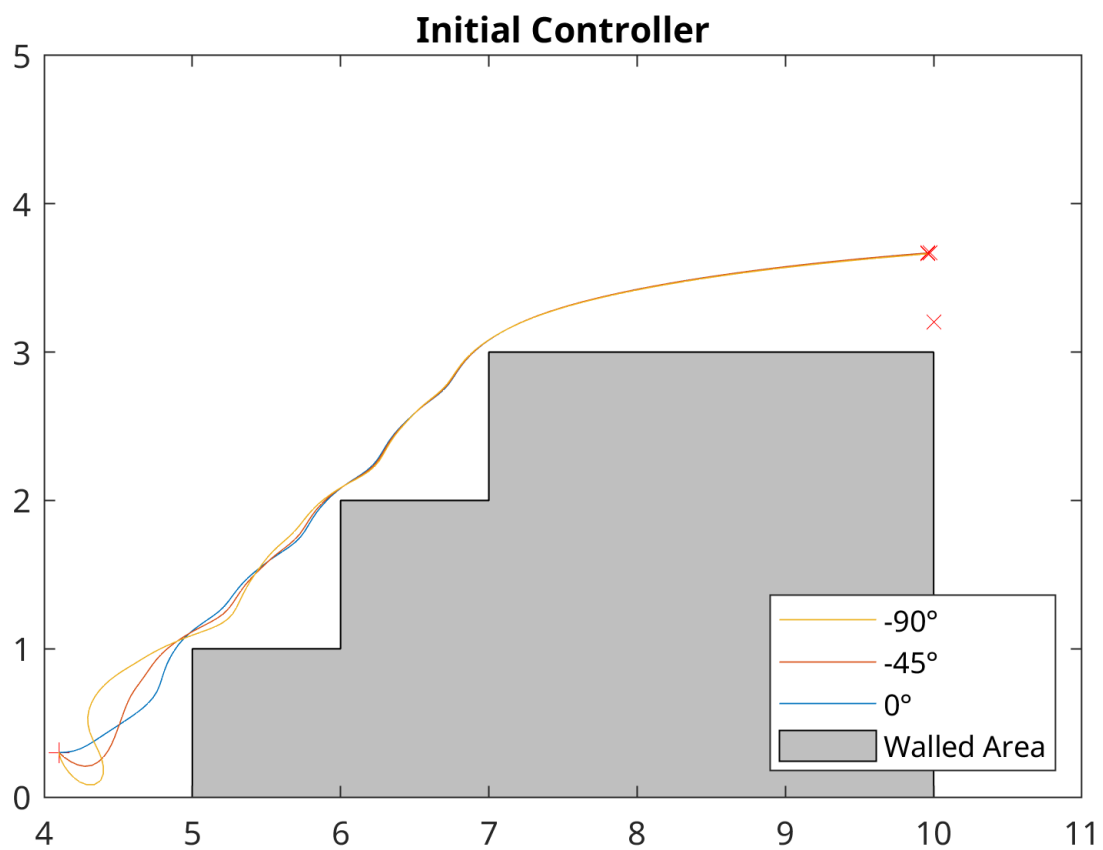
Σχήμα 2.2: Η βάση κανόνων που τελικά διαμορφώθηκε.

M, αλλά δεν κατέστη δυνατόν γιατί υπήρχαν ταλαντώσεις στο ύψος του αυτοκινήτου, προσεγγίζοντας την τελική ευθεία. Έτσι επιλέχθηκε να ελεγχθεί τουλάχιστον μόνο η γωνία στις 0° , με μία αναλογική λογική: Θετικό θ , αρνητικό $\Delta\theta$ και αντίστροφα, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.2.α

Στην περίπτωση που έχω dH μεσαίο, δηλαδή προσεγγίζεται σε μεσαία απόσταση ένας τείχος, τίθεται σε λειτουργία ένας νόμος που όσο πιο μικρό είναι το dV και το θ τόσο πιο αναγκαίο είναι γίνει άνοδος προς να πάνω. Η ίδια λογική ακολουθήθηκε και στο dH is S αλλά με ακόμη πιο εμφατική την ανάγκη να αυξηθεί το θ .

2.2 Αποτελέσματα

Στο 2.3 γράφημα απεικονίζονται οι τρεις διαδρομές του αυτοκινήτου και για τις τρεις γωνίες. Παρατηρείται ότι οι γωνίες συγκλίνουν και τελικά στο ίδιο σημείο τερματισμού, έχοντας ελάχιστη διαφορά και για τις τρεις διαδρομές. Αν και το ύψος απέχει αρκετά από το επιθυμητό (466.518 mm κατά μέσο όρο), αυτό ρυθμίστηκε αργότερα μεταβάλλοντας τις συναρτήσεις συμμετοχής.



Σχήμα 2.3: Διαδρομές με του αρχικού ελεγκτή

3 Τελικός Ελεγκτής

3.1 Μεταβολή των συναρτήσεων συμμετοχής

Προκειμένου να βελτιωθεί αισθητά ο ελεγκτής έγιναν διάφορες δοκιμές αλλαγής των παραμέτρων των συναρτήσεων συμμετοχής. Τελικά επιλέχθηκαν 2:

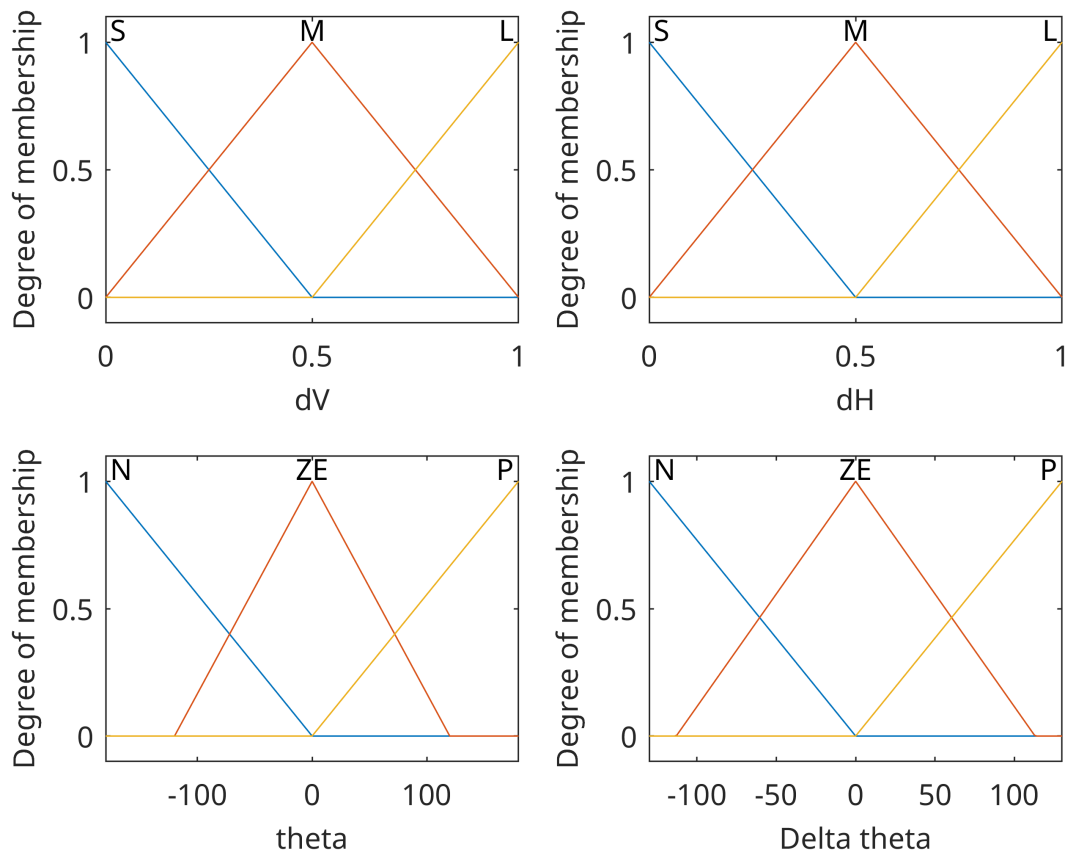
1. Μείωση του πλάτους του τριγώνου της λεκτικής μεταβλητής $\Delta\theta$. Αυτή η αλλαγή αιτιολογείται από το γεγονός ότι ο ελεγκτής στο τελευταίο στάδιό του επιστρέφει θετική $\Delta\theta$ με αποτέλεσμα να ανεβάζει το ύψος του το αυτοκίνητο. Ιδανικά χρειάζεται γρήγορη μεταβολή της γωνίας ώστε η τροχιά να παραμείνει ευθεία και να προσεγγίσει καλύτερα το σημείο. Όταν μειώνω το πλάτος, μειώνεται και το εμβαδόν συνολικά της συνάρτησης συμμετοχής. Έτσι στο aggregation method (max) το ZE θα έχει μικρότερη συμμετοχή με αποτέλεσμα να παίρνουν πιο ακραίες τιμές τα $\Delta\theta$ και να επιστρέφει στην ευθεία το αυτοκίνητο.
2. Με παρόμοιο τρόπο, μειώνοντας το πλάτος του input θ αυτή την φορά, ο ελεγκτής αντιδρά πιο βίαια, ερμηνεύοντας τις γωνίες περισσότερο P και S και λιγότερο ZE με αποτέλεσμα οι τροχιές πιο γρήγορα να συγκλίνουν σε μία κοινή.

Τελικά επιλέχθηκαν ± 120 για το θ και ± 113 για το $\Delta\theta$. Οι τελικές συναρτήσεις συμμετοχής διαμορφώνονται ως εξής:

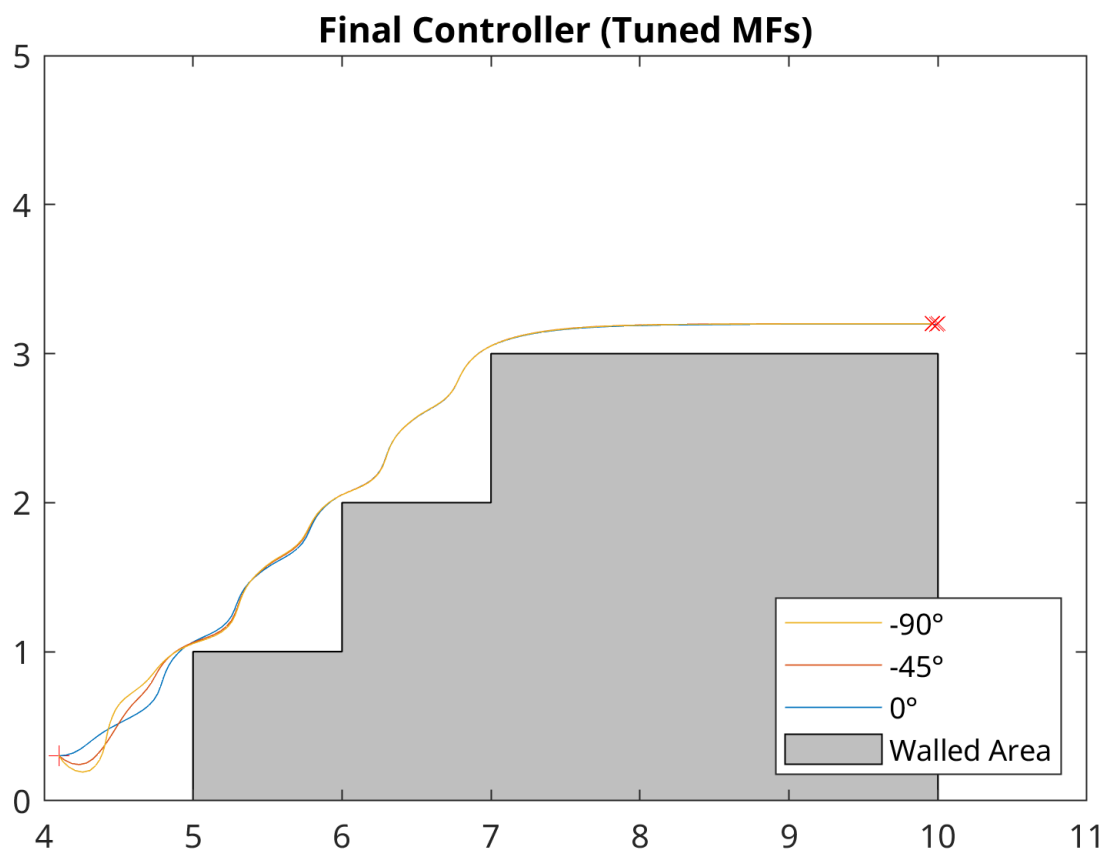
3.2 Τελικά αποτελέσματα

Μετά την ρύθμιση των συναρτήσεων συμμετοχής όπως εξηγήθηκε παραπάνω οι τελικές τροχιές είναι οι εξής:

Η διαφορά είναι θεαματική με τον ελεγκτή να προσεγγίζει το αυτοκίνητο σχεδόν ακριβώς (1.324 mm μέση απόκλιση)



Σχήμα 3.1: Τελικές συναρτήσεις συμμετοχής



Σχήμα 3.2: Τελικές τροχιές αυτοκινήτου

Βιβλιογραφία

- [1] Ασαφή Συστήματα, Ι. Θεοχάρης <https://elearning.auth.gr/mod/folder/view.php?id=446790>