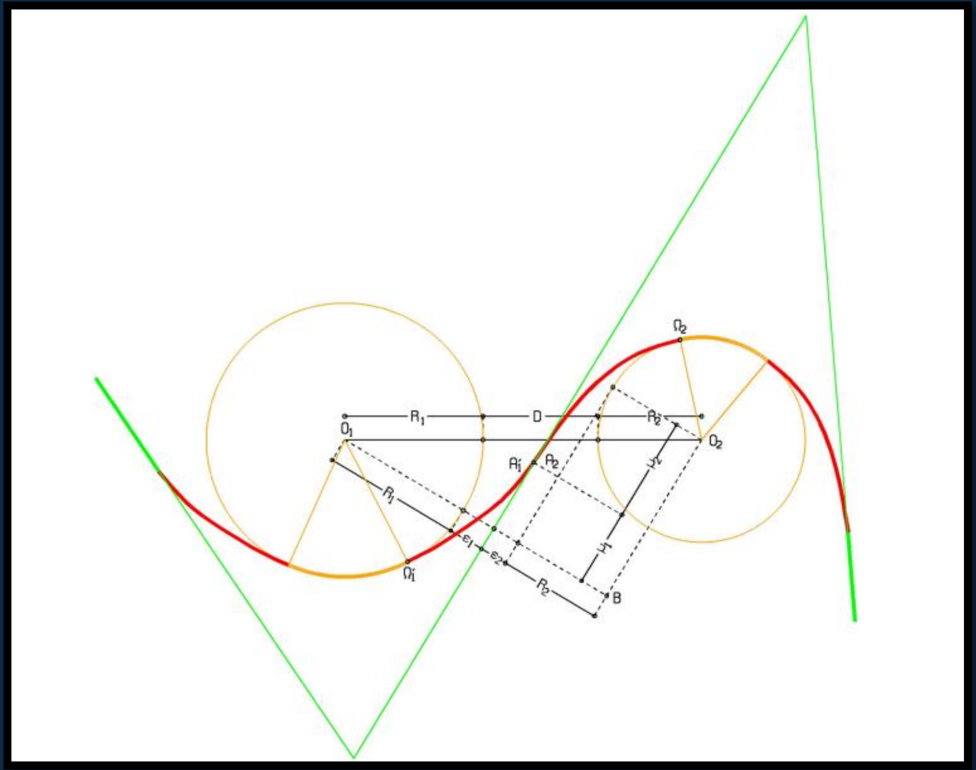
ΣΙΓΜΟΕΙΔΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗ

ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΜΕ Η/Υ (MatLab)
ΘΕΜΑ 23 - ΟΜΑΔΑ 2
Αθηνά Νικολάου - Σπύρος Νικολάου - Σοφία Ξυδιά - Σταυρούλα Παπαγεωργίου - Ισίδωρος Τσουκαλάς
ακαδημαϊκό έτος 2022-2023

Σκοπό της ομαδικής αυτής εργασίας αποτελεί η εξοικείωσή μας με το MatLab και η πρακτική εφαρμογή όσων διδαχθήκαμε στο μάθημα κατά τη διάρκεια του εξαμήνου. Συγκεκριμένα, αναλάβαμε την διαμόρφωση και την αποτύπωση σιγμοειδών καμπυλών μέσω της σχεδίασης κλωθοειδών καμπυλών.



Πιο αναλυτικά, στην οδοποιία μία οδός συνήθως δεν είναι ευθύγραμμη αλλά μοιάζει με τεθλασμένη γραμμή, η οποία λέγεται πολυγωνική γραμμή. Επειδή ένα όχημα δεν μπορεί να περάσει από μία κορυφή χωρίς να σταματήσει, οι κορυφές εξομαλύνονται με καμπύλες οι οποίες αρχικά ήταν κυκλικά τόξα κατάλληλης ακτίνας R. Ένα όχημα που κινείται με μεγάλη ταχύτητα σε μία ευθυγραμμία η οποία έχει μηδενική καμπυλότητα και μεταβαίνει ξαφνικά σε κυκλικό τόξο με καμπυλότητα 1/R, αναγκάζεται σε απότομη μεταβολή επιτάχυνσης που μπορεί οδηγήσει σε ατυχήματα (εκτρέποντας το όχημα από την οδό). Έτσι μεταξύ της ευθυγραμμίας και του κυκλικού τόξου, τοποθετείται καμπύλη συναρμογής (κλωθοειδής καμπύλη) στην οποία η καμπυλότητα μεταβάλλεται βαθμιαία από μηδέν έως 1/R. Ο συνδυασμός κλωθοειδούς – κυκλικού τόξου – κλωθοειδούς λέγεται οριζόντια καμπύλη. Μεταξύ δύο διαδοχικών αντίρροπων οριζοντίων καμπυλών μια οδού υπάρχει κανονικά ένα ευθύγραμμο τμήμα, όμως μερικές φορές δεν υπάρχει χώρος για αυτό. Σε αυτή την περίπτωση μία καμπύλη ακολουθείται απευθείας από μία αντίρροπη καμπύλη δημιουργώντας έτσι ένα σχήμα που μοιάζει με το τελικό σίγμα. Το σχήμα αυτό λέγεται σιγμοειδής καμπύλη. Η σιγμοειδής καμπύλη αποτελείται από 2 διαδοχικές αντίρροπες κλωθοειδείς καμπύλες.

Η σιγμοειδής καμπύλη ορίζεται πλήρως από την ακτίνα R1 και παράμετρο A1 της πρώτης κλωθοειδούς καμπύλης και από την ακτίνα R2 και παράμετρο A2 της δεύτερης κλωθοειδούς καμπύλης. Ένα από τα προβλήματα σχεδιασμού σιγμοειδούς είναι να προσδιοριστούν οι παράμετροι των δύο κλωθοειδών έτσι ώστε, με γνωστές τις ακτίνες των δύο κυκλικών τόξων, η απόσταση των κύκλων D να είναι ίση με μία δεδομένη τιμή. Γενικώς όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση D των κύκλων τόσο μεγαλύτερες είναι οι παράμετροι A1 και A2 και τόσο ομαλότερες είναι οι κλωθοειδείς, αλλά τόσο περισσότερος χώρος απαιτείται για την σιγμοειδή καμπύλη.

checkfiles

- δεν έχει ορίσματα εισόδου
- ορίσματα εξόδου: fullreadfile (είναι το αρχείο δεδομένων .dat) , fullwritefile (είναι το αρχείο εγγραφής των αποτελεσμάτων)
- με την συνάρτηση fopen ανοίγουμε τα αρχεία και ελέγχουμε αν το πρόγραμμα έχει δικαίωμα ανάγνωσης και εγγραφής
- αν η fopen επιστρέφει αρνητικό αριθμό, τότε δεν έχουμε πρόσβαση στα αρχεία και το πρόγραμμα σταματάει

readinitialvalues

- ορίσματα εισόδου: readfile (αρχείο δεδομένων που προκύπτει από την checkfiles)
- ορίσματα εξόδου: R1, R2 (ακτίνες), D (απόσταση μεταξύ των κέντρων των κύκλων)
- ανοίγουμε τα αρχεία με την fopen, ελέγχουμε για λάθη (κενά αρχεία, απουσία δεδομένων, λανθασμένη στοίχιση δεδομένων, δεν ικανοποιούνται οι περιορισμοί (Ri>=20m, D>=0), αποστάσεις μικρότερες ή ίσες του μηδέν, σχόλια) και ενημερώνουμε για το λάθος και τη σειρά στην οποία βρίσκεται (μέσω ενός error box)
- κρατάμε τις κατάλληλες τιμές

Σπύρος Νικολάου
Ισίδωρος Τσουκαλάς

findvalidvalues

- ορίσματα εισόδου: R1, R2, D
- ορίσματα εξόδου: lvalues, Avalues (l=A1/A2, A είναι η παράμετρος της κλωθοειδούς)

Από το ορθογώνιο τρίγωνο O1BO2 προκύπτει:

- $(O1O2)^2=(\Omega'1O1)^2+(BO2)^2 \Rightarrow$
  $(D+R1+R2)^2=(R1+R2+\varepsilon1+\varepsilon2)^2+(\mu1+\mu2)^2$ όπου τα μήκη ε1, ε2, μ1, μ2 είναι συναρτήσεις των R1, R2, A1, A2
- προκύπτει τριώνυμο ίσο με το μηδέν και έχει τέτοια μορφή ώστε να μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τους συντελεστές του (a, b, c) για τον υπολογισμό διακρίνουσας
- αν η διακρίνουσα είναι μεγαλύτερη ή ίση του μηδέν, τότε υπολογίζουμε λύσεις, αλλιώς δεν υπάρχουν λύσεις
- ελέγχουμε από τους περιορισμούς της οδοποιίας αν οι λύσεις είναι αποδεκτές

- μήκος κλωθοειδούς L=(AEΩ)= (A^2)/R
- γωνία κλωθοειδούς τ= L/2R ≤0.5 rad
- προβολή Ω μ΄=(EεΩε)=Rsinτ
- προβολή κλωθοειδούς XΩ=(AΩε)=L− ((L^5)/(40A^4)) + (L^9/(3456A^8))−...
- κάθετη κλωθοειδούς YΩ=(ΩΩε)= ((L^3)/(6A^2))− ((L^7)/(336A^6)) + ((L^11)/(42240A^10))−...
- προβολή E μ=(AEε)=XΩ−μ΄≃0.49766L
- εκτροπή ε=(Eε Eκ)=YΩ – R(1 – cosτ)≃ (L^2)/24.151R
- περιορισμοί από θεωρία οδοποιίας: R1/3 ≤ A1 ≤ R1 και R2/3 ≤ A2 ≤ R2 => R2/3 ≤ A1/λ ≤ R2 => λ R2/3 ≤ A1 ≤ λ R2
- έτσι: max{R1/3, λ R2/3} ≤ A1 <= min{R1, λ R2}
- A1/A2 ≤ 1.5 αν A1 > A2 => λ ≤ 1.5 αν A1 > A2 A2/A1 ≤ 1.5 αν A2 > A1 => 1/λ ≤ 1.5 => λ ≥ 1/1.5 αν A1 < A2
- έτσι το λ κυμαίνεται: 1/1.5 ≤ λ ≤ 1.5

Αθηνά Νικολάου
Σπύρος Νικολάου

$$L = \frac{A^2}{R}, \quad \mu = 0.497766L, \quad \varepsilon = \frac{L^2}{24.151R}$$

$$(D+R_1+R_2)^2 = (R_1+R_2+\varepsilon_1+\varepsilon_2)^2 + (\mu_1+\mu_2)^2 \quad (1)$$

$$k = 24.151, \quad m = 0.497766, \quad \partial = \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow A_2 = \frac{A_1}{\partial}$$

$$(1) \Rightarrow (R_1+R_2+\varepsilon_1+\varepsilon_2)^2 + (\mu_1+\mu_2)^2 - (D+R_1+R_2)^2 = 0$$

$$\Rightarrow \left(R_1+R_2+\frac{(A_1^2/R_1)^2}{kR_1}+\frac{(A_2^2/R_2)^2}{kR_2}\right)^2 + \left(m\frac{A_1^2}{R_1}+m\frac{A_2^2}{R_2}\right)^2 - (D+R_1+R_2)^2 = 0$$

$$\Rightarrow \left(R_1+R_2+\frac{A_1^4}{kR_1^3}+\frac{A_1^4}{kR_2^3\partial^4}\right)^2 + \left(m\frac{A_1^2}{R_1}+m\frac{A_1^2}{R_2\partial^2}\right)^2 - (D+R_1+R_2)^2 = 0 \quad (2)$$

$$\left(R_1+R_2+\frac{A_1^4}{kR_1^3}+\frac{A_1^4}{kR_2^3\partial^4}\right)^2 = (R_1+R_2)^2 + 2(R_1+R_2)\left(\frac{A_1^4}{kR_1^3}+\frac{A_1^4}{kR_2^3\partial^4}\right) + \left(\frac{A_1^4}{kR_1^3}+\frac{A_1^4}{kR_2^3\partial^4}\right)^2$$

$$= (R_1+R_2)^2 + 2\left(\frac{R_1A_1^4}{kR_1^3}+\frac{R_1A_1^4}{kR_2^3\partial^4}+\frac{R_2A_1^4}{kR_1^3}+\frac{R_2A_1^4}{kR_2^3\partial^4}\right) + \frac{A_1^8}{k^2R_1^6} + \frac{2A_1^8}{k^2R_1^3R_2^3\partial^4} + \frac{A_1^8}{k^2R_2^6\partial^8}$$

$$\left(m\frac{A_1^2}{R_1}+m\frac{A_1^2}{R_2\partial^2}\right)^2 = \frac{m^2A_1^4}{R_1^2} + \frac{2m^2A_1^4}{R_1R_2\partial^2} + \frac{m^2A_1^4}{R_2^2\partial^4}$$

$$-(D+R_1+R_2)^2 = -D^2 - 2D(R_1+R_2) - (R_1+R_2)^2$$

$$(2) \Rightarrow \left(\frac{1}{k^2R_1^6}+\frac{2}{k^2R_1^3R_2^3\partial^4}+\frac{1}{k^2R_2^6\partial^8}\right)A_1^8 +$$

$$+\left(\frac{2}{kR_1^2}+\frac{2R_1}{kR_2^3\partial^4}+\frac{2R_2}{kR_1^3}+\frac{2}{kR_2^2\partial^4}+\frac{m^2}{R_1^2}+\frac{2m^2}{R_1R_2\partial^2}+\frac{m^2}{R_2^2\partial^4}\right)A_1^4 - (D^2+2DR_1+2DR_2) = 0$$

$$\Rightarrow aA_1^8 + bA_1^4 + c = 0$$

Αθηνά Νικολάου

finalvalues

- ορίσματα εισόδου: lvalues, Avalues
- ορίσματα εξόδου: A, l
- βρίσκουμε λύση που αντιστοιχεί σε l που είναι πιο κοντά στη μονάδα και επιλέγουμε την μεγαλύτερη τιμή του A

provolhektrophmhkos

- ορίσματα εισόδου: A, R1, R2
- ορίσματα εξόδου: m (προβολή E), e (εκτροπή), L (μήκος)
- εφαρμόζουμε τους τύπους της οδοποιίας και υπολογίζουμε την προβολή, την εκτροπή και το μήκος

Σοφία Ξυδιά
Σταυρούλα Παπαγεωργίου

ektypwsh

- ορίσματα εισόδου: A, R1, R2, e, m, writefile
- δεν έχει ορίσματα εξόδου
- αποθηκεύουμε τα δεδομένα στοιχισμένα σε ένα αρχείο .res και το πρόγραμμα τα τυπώνει

grafhma

- ορίσματα εισόδου: L, A, m, e, R1, R2, writefile
- δεν έχει ορίσματα εξόδου
- υπολογίζουμε τα σημεία X,Y των κλωθοειδών καμπυλών, σύμφωνα με τους τύπους της οδοποιίας, και τους αντίστοιχους κύκλους τους
- σχεδιάζουμε τα γραφήματα (με το plot)
- αποθηκεύουμε τα γραφήματα ως αρχείο εικόνας .jpg

ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ