

---

---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

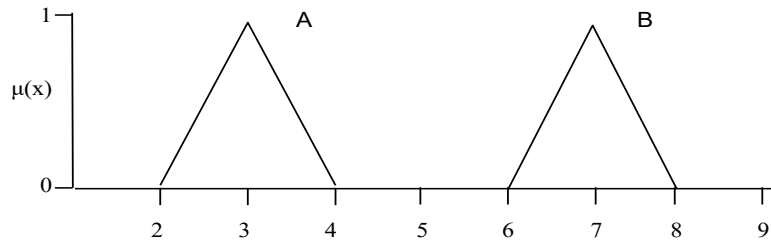
---

---

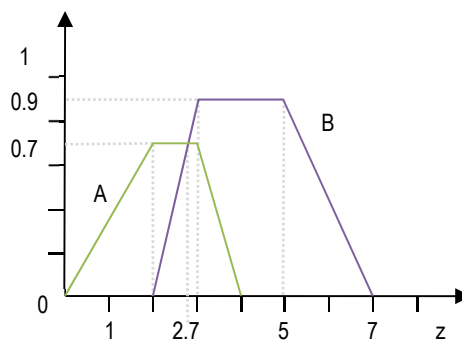
## Ασάφεια

### Ασκήσεις - Ερωτήσεις

1. Πώς προκύπτουν οι συναρτήσεις συμμετοχής των ασαφών συνόλων;
2. Πως θα χαρακτηρίζατε κάποιον με ηλικία 30 ετών με βάση τα ασαφή σύνολα:  
Νέος =  $\{1/10, 0.9/20, 0.7/30, 0.4/40, 0.2/50, 0/60\}$  και  
Μεσήλικας =  $\{0/10, 0.1/20, 0.3/30, 0.5/40, 0.7/50, 0.9/60\}$ .
3. Έστω τα ασαφή σύνολα  $A = \{(1, 0.5), (2, 0.1), (3, 0.4)\}$  και  $B = \{(1, 0.2), (2, 0.3), (3, 0.5)\}$ . Να οριστούν τα ασαφή σύνολα:  $A \cap B$ ,  $A \cup B$ ,  $\bar{A}$ ,  $A \cap \bar{A}$  και  $VERY A$ , και να απεικονιστούν διαγραμματικά.
4. Για ποιες τιμές  $x$  ενός ασαφούς συνόλου  $A$  ισχύει  $A = \bar{\bar{A}}$ ;
5. Έστω  $P = \begin{bmatrix} .3 & .5 & .8 \\ 0 & .7 & 1 \\ .4 & .6 & .5 \end{bmatrix}$  και  $Q = \begin{bmatrix} .9 & .5 & .7 & .7 \\ .3 & .2 & 0 & .9 \\ 1 & 0 & .5 & .5 \end{bmatrix}$ . Να υπολογιστεί το  $R = P \circ Q$  με σύνθεση max-min.
6. Περιγράψτε τη συλλογιστική διαδικασία GMP. Ποια η σχέση υπολογισμού της εξόδου;
7. Έστω τα πεδία αναφοράς  $X = \{a, b, c, d\}$  και  $Y = \{1, 2, 3, 4\}$ , καθώς και τα ασαφή σύνολα  $A = \{(\alpha, 0), (\beta, 0.8), (c, 0.6), (d, 1)\}$ ,  $B = \{(1, 0.2), (2, 1), (3, 0.8), (4, 0)\}$ . Να υπολογιστεί η σχέση συνεπαγωγής του κανόνα "if  $x$  is  $A$  then  $y$  is  $B$ ".
8. Ποια η διαφορά των ασαφών συλλογιστικών *Mandani*, *Sugeno* και *Tsukamoto*;
9. Έστω οι αριθμοί "ασαφές 3" και "ασαφές 7" των οποίων οι συναρτήσεις συμμετοχής ορίζονται όπως στο παρακάτω σχήμα.



- α) Χρησιμοποιώντας την αρχή της επέκτασης να υπολογιστεί το αποτέλεσμα της αφαίρεσης: "ασαφές 7" - "ασαφές 3".
- β) Να σχεδιαστεί η συνάρτηση συμμετοχής του αποτελέσματος πάνω στο ίδιο διάγραμμα και να διατυπωθεί ένας γενικός κανόνας που να επιτρέπει τη διαγραμματική επίλυση της αφαίρεσης όταν οι ασαφείς αριθμοί ορίζονται με αυτόν τον τρόπο.
10. Να ορίσετε τα "ασαφές 3" και "ασαφές 7" της Άσκησης 8 με ζεύγη  $(x, \mu(x))$  ορισμένα στα  $x$  (2, 2.3, 2.5, 2.7, 3, 3.3, 3.5, 3.7, 4) και (6, 6.3, 6.5, 6.7, 7, 7.3, 7.5, 7.7, 8) αντίστοιχα. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την αρχή της επέκτασης:
- α) Να υπολογιστεί το αποτέλεσμα της πράξης "ασαφές 3"  $\times$  "ασαφές 7".
- β) Να υπολογιστεί το αποτέλεσμα της πράξης "ασαφές 3"  $\div$  "ασαφές 7".
- γ) Να σχεδιαστεί σε διάγραμμα η συνάρτηση συμμετοχής του αποτελέσματος για κάθε περίπτωση και να εξεταστεί αν μπορεί να διατυπωθεί κάποιος γενικός κανόνας που να επιτρέπει τη διαγραμματική επίλυση του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης ασαφών αριθμών, που είναι ορισμένοι με τριγωνικές συναρτήσεις συμμετοχής, όπως στην Άσκηση 1.
11. Για το Παράδειγμα 2 της ενότητας 14.6, να υπολογιστεί η τιμή συμμετοχής για τα ακόλουθα στοιχεία του ασαφούς συνόλου B: 9.5, 10.5, 11, 11.5 και 12.
12. Θεωρώντας ότι η έξοδος από ένα σύστημα κανόνων ασαφούς συλλογιστικής είναι τα ασαφή σύνολα A και B του σχήματος, να υπολογιστούν:

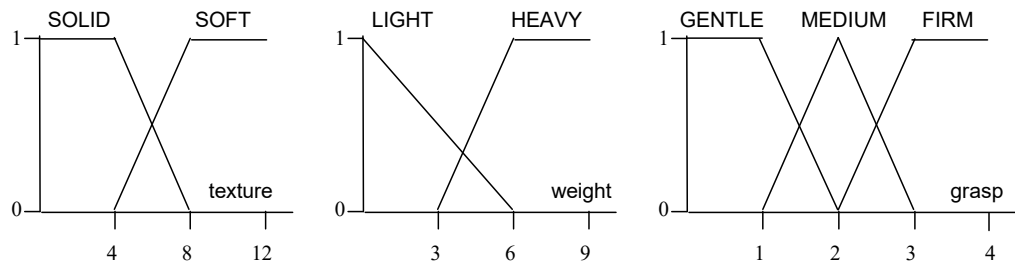


- α) η συνολική έξοδος του συστήματος με συνάθροιση  $\max$
- β) η crisp τιμή που παράγουν οι διαδικασίες αποασαφοποίησης *centroid* και *weighted average* στο τελικό αποτέλεσμα του ερωτήματος (α).
13. Έστω ένας ρομποτικός βραχίονας η λαβή του οποίου ελέγχεται από σύστημα ασαφούς συλλογιστικής. Τα δεδομένα εισόδου του συστήματος είναι η υφή (*texture*) του αντικειμένου και το βάρος του (*weight*), ενώ το αποτέλεσμα που παράγεται

είναι η δύναμη που πρέπει να ασκηθεί (*grasp*) στη λαβή του βραχίονα. Οι κανόνες που ελέγχουν το σύστημα είναι οι εξής:

1. if *texture* is *SOLID* and *weight* is *HEAVY* then apply *FIRM grasp*
2. if *texture* is *SOLID* and *weight* is *LIGHT* then apply *MEDIUM grasp*
3. if *texture* is *SOFT* and *weight* is *HEAVY* then apply *MEDIUM grasp*
4. if *texture* is *SOFT* and *weight* is *LIGHT* then apply *GENTLE grasp*

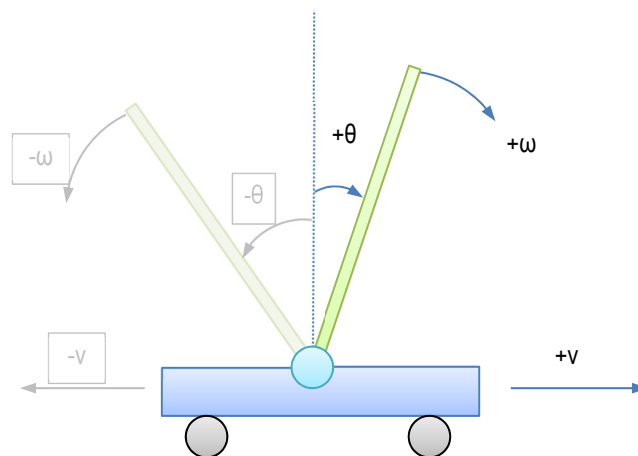
Οι συναρτήσεις συμμετοχής των λεκτικών τιμών που μπορούν να πάρουν οι ασαφείς μεταβλητές *texture*, *weight* και *grasp* δίνονται στα επόμενα διαγράμματα:



Να υπολογιστεί διαγραμματικά η αριθμητική τιμή της δύναμης που πρέπει να ασκηθεί στη λαβή του βραχίονα (*grasp*) αν τα δεδομένα εισόδου είναι *texture*=5 (σε κάποια κλίμακα μέτρησης υφής) και *weight*=7 (σε κάποια κλίμακα βάρους).

14. Να μοντελοποιηθεί το πρόβλημα του ανάστροφου εκκρεμούς χρησιμοποιώντας ασαφή συλλογιστική Mandani. Να θεωρηθούν ως παράμετροι εισόδου η γωνία απόκλισης  $\theta$  από την κατακόρυφη διεύθυνση και η γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  με την οποία κινείται η ράβδος, ενώ ως παράμετρος εξόδου η ταχύτητα  $v$  οριζόντιας μετακίνησης της πακτωμένης άκρης της ράβδου.

Να οριστούν λεκτικές τιμές για αυτά τα τρία μεγέθη σύμφωνα και με το σχήμα (οι θετικές γωνίες, γωνιακές ταχύτητες και ταχύτητες έστω ότι είναι προς τα δεξιά). Συνίσταται να ορίσετε τρεις ή πέντε λεκτικές τιμές για κάθε παράμετρο, καθώς και τις αντίστοιχες συναρτήσεις συμμετοχής. Επίσης να διατυπωθούν μερικοί ασαφείς κανόνες και να εκτελεστούν δύο κύκλοι λειτουργίας για υποθετικές τιμές εισόδου που θα ορίσετε εσείς, εφαρμόζοντας διαγραμματική επίλυση. Φροντίστε ώστε να ενεργοποιούνται τουλάχιστον 2 κανόνες σε κάθε περίπτωση.



Για διδακτικούς λόγους, στον πρώτο κύκλο λειτουργίας να χρησιμοποιήσετε συνεπαγωγή Mandani min, σύνθεση max-min, συνάθροιση max και απο-ασαφοποίηση

mean-of-maxima. Στο δεύτερο κύκλο λειτουργίας να χρησιμοποιήσετε συνεπαγωγή Larsen product, σύνθεση max-product, συνάθροιση max και απο-ασαφοποίηση centroid.

15. Να περιγράψετε την αρχιτεκτονική ενός συστήματος ασαφούς ελέγχου.
16. Να αναφέρετε και να σχολιάσετε χαρακτηριστικές περιπτώσεις ασαφούς εξόδου σε προβλήματα ασαφούς συλλογιστικής.
17. Σε ένα σύστημα γερανού με ασαφή έλεγχο υπάρχουν οι ακόλουθοι τρεις ασαφείς κανόνες:

**#1: IF Distance = medium AND Angle = pos\_small THEN Power = pos\_medium**

**#2: IF Distance = medium AND Angle = zero THEN Power = zero**

**#3: IF Distance = far AND Angle = zero THEN Power = pos\_medium**

όπου Distance είναι η απόσταση από το στόχο, Angle είναι η γωνία απόκλισης του κρεμάμενου φορτίου από την κατακόρυφο και Power είναι η ηλεκτρική ισχύς που δίνεται στο μηχανισμό κίνησης του γερανού. Τα τρία αυτά μεγέθη είναι ασαφείς μεταβλητές που παίρνουν η κάθε μία 5 ασαφείς τιμές για τις οποίες δίνεται η συνάρτηση συγγένειας στο αντίστοιχο διάγραμμα παρακάτω.

α) Αν οι αισθητήρες διαβάζουν Distance=20 και Angle=0, να υπολογίσετε διαγραμματικά την ασαφή έξοδο του συστήματος.

β) Σε ποια crisp τιμή οδηγεί η μέθοδος αποσαφήνισης MOM;

