



## PAC4: Raonament aproximat

### Presentació

Quarta PAC del curs d'Intel·ligència Artificial

### Competències

En aquesta PAC es treballen les següents competències:

#### Competències de grau:

- Capacitat d'analitzar un problema amb el nivell d'abstracció adient a cada situació i aplicar les habilitats i coneixements adquirits per abordar-lo i solucionar-lo.

#### Competències específiques:

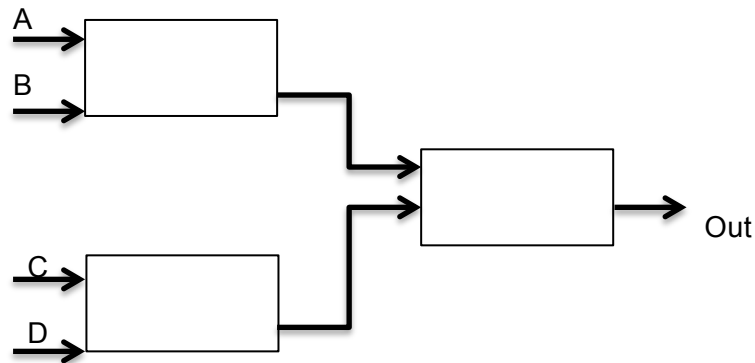
- Conèixer els diferents models de representació del coneixement (marcs, sistemes basats en regles, raonament basat en casos, ontologies, programació lògica).
- Raonament basat en lògica difusa.

### Objectius

Aquesta PAC pretén avaluar diferents aspectes de lògica difusa: *representació i ús de termes lingüístics, i mètodes d'inferència.*

### Descripció de la PAC a realitzar

Hem instal·lat un sistema de reg que activa la bomba de reg en funció de les sortides que li donen dos sistemes de control (B1 i B2). B1 és un sistema que analitza les dades atmosfèriques (humitat de l'ambient (Var A), pressió atmosfèrica (Var B) .B2 és un sistema que mesura la humitat del terreny (Var C) i el PH (Var D). L'esquema d'aquest **sistema expert difús jeràrquic** compost de tres blocs de regles, quatre variables d'entrada i una de sortida. La figura següent mostra la disposició de tots aquests elements:



D'aquest sistema un expert ens detalla la composició de tots els blocs de regles així com els termes lingüístics associats a cadascuna de les variables.

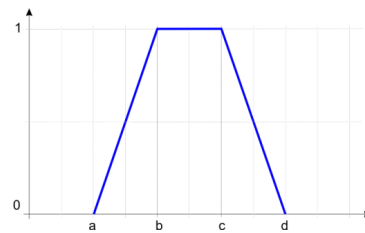
Les variables d'entrada tenen els següents termes i punts de tall:

Variable	Tipus	Rang	Terme lingüístic : punts (a,b,c,d) *
VarA	Entrada	Mín: 0	low : 0, 0, 3, 4
		Máx: 9	medium : 3, 4, 4, 7
			high : 6, 7, 7, 9
VarB	Entrada	Mín: 0	low : 0, 0, 1, 3
		Máx: 9	medium : 2, 3.5, 3.5, 8
			high : 5, 5.5, 7, 9
VarC	Entrada	Mín: 0	low : 0, 0, 0, 2
		Máx: 3	medium : 0, 2, 2, 3
			high : 2, 2.5, 3, 3
VarD	Entrada	Mín: 0	low : 0, 0,3,5
		Máx: 9	medium : 3, 5.5, 5.5, 7
			high : 5, 8, 9, 9



Out	Sortida	Mín: 0	low : 0, 0, 0.3, 0.5
		Max: 1	medium : 0.4, 0.6, 0.6, 0.7
			high : 0.6, 0.8, 1, 1

(\*) La seqüència de punts d'un terme lingüístic es llegeix de la forma següent:



Les sortides de tots els blocs són del mateix tipus (OUT).

A continuació es presenten les regles associades als blocs B1, B2 i B3. Les columnes representen els valors de les variables i s'uneixen amb conjuncions AND.

Bloc de regles B1.

Id. regla	VarA	VarB	OutB1
01	low	low	low
02	low	medium	medium
03	low	high	medium
04	medium	low	medium
05	medium	medium	medium
06	medium	high	high
07	high	low	medium
08	high	medium	medium
09	high	high	high



### Bloc de regles B2.

<b>Id. regla</b>	<b>VarC</b>	<b>VarD</b>	<b>OutB2</b>
01	low	low	low
02	low	medium	low
03	low	high	medium
04	medium	low	low
05	medium	medium	medium
06	medium	high	medium
07	high	low	medium
08	high	medium	high
09	high	high	high

### Bloc de regles B3.

<b>Id. regla</b>	<b>OutB1</b>	<b>OutB2</b>	<b>Out</b>
01	low	low	low
02	low	medium	low
03	low	high	medium
04	medium	low	low
05	medium	medium	medium
06	medium	high	medium
07	high	low	medium
08	high	medium	high
09	high	high	high



## Preguntes

Considerar un sistema Mamdani amb t-norma min i t-conorma max.

1) Descriure les funcions de pertinença de tots els termes lingüístics associats a les variables d'entrada i sortida.

2) Calculeu la sortida nítida pels següents valors d'entrada:

**(VarA,VarB,VarC,VarD) = (7.5,5.25, 0.1, 6)**

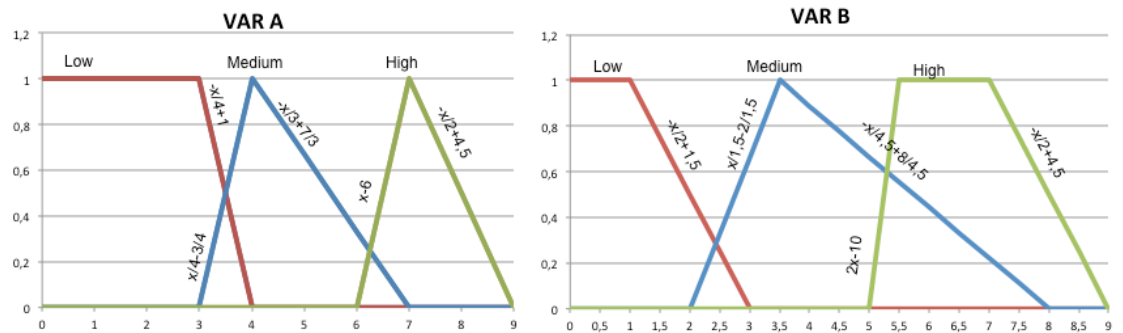
Pel càlcul del valor nítid utilitzeu el mètode de centre de masses. Descriviu totes les regles que s'activen en cadascun dels blocs i representeu també gràficament la sortida final del sistema.



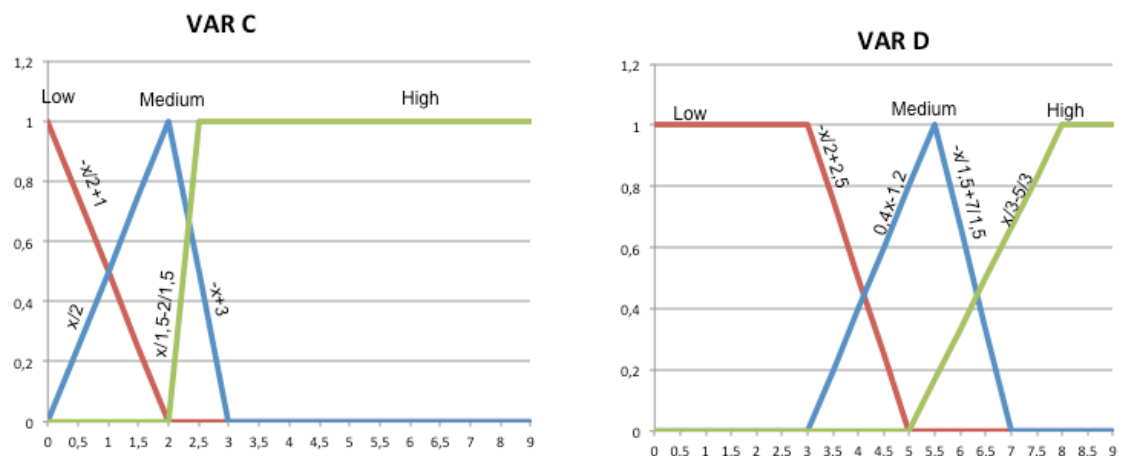
## Solucions

1) A continuació es representen gràficament totes les variables lingüístiques considerades en el sistema expert i s'hi detalla, en cadascun dels trams, la funció de pertinença associada.

El bloc B1 té les següents variables d'entrada:

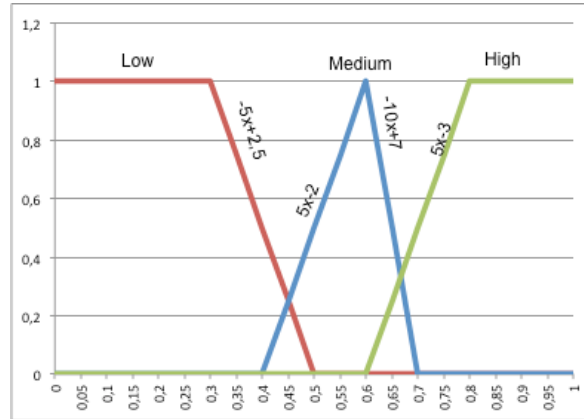


El bloc B2 té les següents variables d'entrada:





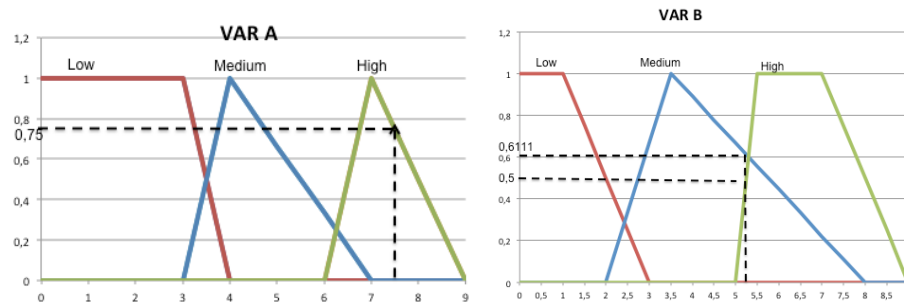
Les sortides de tots els blocs són del mateix tipus representat a continuació:



2) Primer de tot, cal mirar les regles que s'activen en cadascun dels blocs.

### Bloc B1

Veiem els talls que fan els valors d'entrada a les variables d'entrada de B1.



L'entrada VarA = 7.5 talla high a 0.75.

L'entrada VarB = 5 talla medium a 0.6111 i high a 0.5.

De la llista de regles, en cursiva s'assenyalen els termes activats i en negreta les regles que tenen tots els antecedents activats (han de ser tots tres perquè



ens trobem amb una AND). Detallem entre parèntesi els nivells anteriorment descrits i la variable OutB1 detalla el nivell del conseqüent (aplicant la t-norma):

Id. regla	VarA	VarB	OutB1
01	low	low	low
02	low	<b>medium</b>	medium
03	low	<b>high</b>	medium
04	medium	low	medium
05	medium	<b>medium</b>	medium
06	medium	<b>high</b>	high
07	<b>high</b>	low	medium
08	<b>high(0,75)</b>	<b>medium(0,611)</b>	<b>medium(0,611)</b>
09	<b>high(0,75)</b>	<b>high(0,5)</b>	<b>high(0,5)</b>

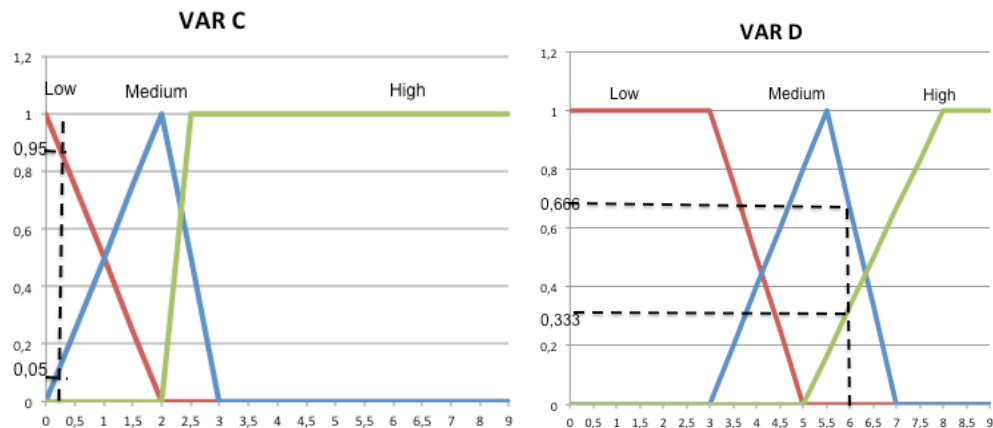
Aplicant la t-conorma (termes assenyalats en groc) als conseqüents activats, obtenim que el terme Medium activat amb 0.611 i High activat 0.5.





## Bloc B2

Fem el mateix que en el cas B1. Primer de tot, veiem quins termes lingüístics s'activen amb els valors d'entrada donats i quins nivells assoleixen.



L'entrada VarC = 0.1 activa el terme low a 0.95, i medium a 0.05.

L'entrada VarD = 6 activa el terme medium a 0.666 i high a 0.333.

Amb aquests valors veiem quines regles s'activen i el nivell del conseqüent assolit en cada cas.

Id. regla	VarC	VarD	OutB2
01	low	low	low
02	low (0.95)	medium (0.666)	low (0.666)
03	low (0.95)	high (0.333)	medium (0.333)
04	medium	low	low
05	medium (0.05)	medium (0.666)	medium (0.05)
06	medium (0.05)	high (0.333)	medium (0.05)
07	high	low	medium



08	high	medium	high
09	high	high	high

En aquest cas la sortida de B2 activa els termes de OutB2 (assenyalats en groc) low amb un nivell 0.666 i medium amb un nivell 0.333.

### Bloc de regles B3

El càlcul de la sortida final resultant de B3 és directe considerant les sortides de B1 i B2 anteriorment calculades. No cal calcular els valors nítids de OutB1 i OutB2, doncs no ens els demanen.

Així doncs, assenyalarem els nivells assolits per cadascun dels termes en la taula de regles de B3, i igual que en els altres casos, les regles on estiguin activats tots els antecedents, s'avaluarà el nivell assolit del conseqüent.

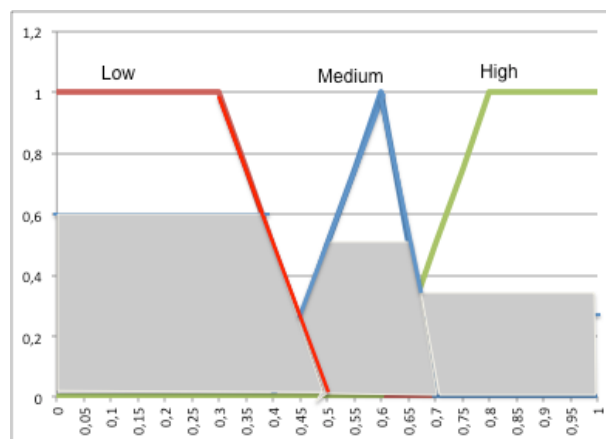
Com es pot veure s'activen 4 de les 9 regles i s'assenyalen en groc els màxims en cadascun dels termes.

Id. regla	OutB1	OutB2	Out
01	low	low	low
02	low	medium	low
03	low	high	medium
04	medium (0.611)	low (0.666)	low (0.611)
05	medium (0.611)	medium (0.33)	medium (0.333)
06	medium (0.611)	high	medium
07	high(0.5)	low (0.666)	medium(0.5)
08	high(0.5)	medium (0.33)	high(0.333)
09	high(0.5)	high	high



Si representem gràficament la sortida del sistema, obtenim la següent funció de pertinença:

$\mu(x)$	0.6	$0 < x < 0.3778$
	$-5x + 2.5$	$0.3778 < x < 0.45$
	$5x - 2$	$0.45 < x < 0.5$
	0.5	$0.5 < x < 0.65$
	$-10x + 7$	$0.65 < x < 0.666$
	0.333	$x > 0.666$



També s'assenyala el punt nítid calculat amb el centre de masses en 0.435 unitats de la variable Out.

$$\text{CoM} = 20,605 / 47,3655 = 0.435$$

#### Notes pregunta 2:

No s'ha de calcular el valor nítid de les variables intermèdies OutB1/B2 com entrada del darrer bloc.

Pel càlcul del valor nítid de la variable Out utilitzeu el mètode de centre de masses amb una resolució de  $10E-2$ .

En tots els casos descriu les regles que s'activen en cadascun dels blocs, representar gràficament la sortida obtinguda, i el procés seguit per obtenir el resultat.



## Recursos

Per a fer aquesta PAC el material imprescindible és el Tema 2 – Sistemes difusos, del mòdul 4.

## Criteris de valoració

La pregunta 1 val **2 punts**. La pregunta 2 val **8 punts**.

## Format i data de lliurament

Per a dubtes i aclariments sobre l'enunciat, adreceu-vos al consultor responsable de la vostra aula.

Cal lliurar la solució en un fitxer PDF fent servir una de les plantilles lliurades conjuntament amb aquest enunciat. Adjunteu el fitxer a un missatge a l'apartat Lliurament i Registre d'AC (RAC).

El nom del fitxer ha de ser *CognomsNom\_IA\_PAC4* amb l'extensió .pdf (PDF).

La data límit de lliurament és el: **26 de maig (a les 24 hores).**

Raoneu la resposta en tots els exercicis. Les respostes sense justificació no rebran puntuació.

### **Nota: Propietat intel·lectual**

Sovint és inevitable, en produir una obra multimèdia, fer ús de recursos creats per terceres persones. És per tant comprensible fer-ho en el marc d'una pràctica dels estudis d'Informàtica, sempre i això es documenti clarament i no suposi plagi en la pràctica.

Per tant, en presentar una pràctica que faci ús de recursos aliens, s'ha de presentar juntament amb ella un document en què es detallin tots ells, especificant el nom de cada recurs, el seu autor, el lloc on es va obtenir i el seu estatus legal: si l'obra està protegida pel copyright o s'acull a alguna altra llicència d'ús (Creative Commons, llicència GNU, GPL ...). L'estudiant haurà d'assegurar-se que la llicència que sigui no impedeix específicament seu ús en el marc de la pràctica. En cas de no trobar la informació corresponent haurà d'assumir que l'obra està protegida pel copyright.

Hauran, a més, adjuntar els fitxers originals quan les obres utilitzades siguin digitals, i el seu codi font si correspon.