

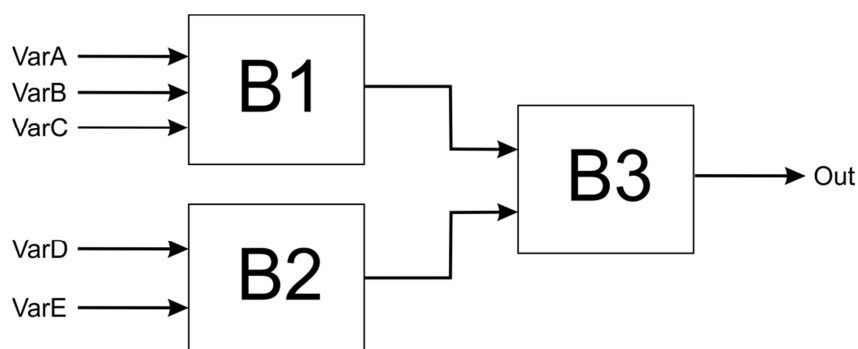
INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL

PAC4 – 2011_2 Prova d'Avaluació Continuada

- 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 adreçat a la bústia **lliurament d'activitats**.
- El nom del fitxer ha de ser *CognomsNom_IA_PAC4* amb l'extensió .pdf (PDF).
- En cas que el lliurament sigui molt gran, podeu entregar la PAC comprimida en un fitxer ZIP.
- La data límit de lliurament és el: **28/05/2012** (a les 24 hores).
- **Raoneu la resposta en tots els exercicis. Les respostes sense justificació no rebran puntuació.**

Raonament aproximat

Ens trobem davant un **sistema expert difús jeràrquic** compost de tres blocs de regles, cinc variables d'entrada i una de sortida. La figura següent mostra la disposició de tots aquests elements:

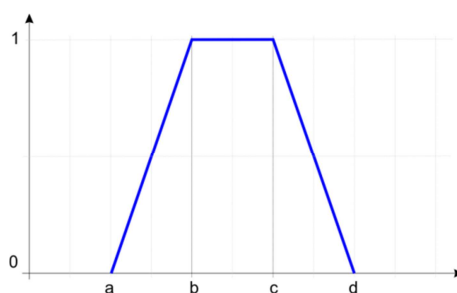


D'aquest sistema un expert ens detalla la composició de tots els blocs de regles així com els termes lingüístics associats a cadascuna de les variables.

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 Máx: 9	low : 0, 0, 2, 5 medium : 2, 5, 5, 8 high : 6, 8, 8, 9
VarB	Entrada	Mín: 0 Máx: 9	low : 0, 0, 2, 4 medium : 2, 4.5, 4.5, 7 high : 0, 1, 8, 9
VarC	Entrada	Mín: 0 Máx: 5	low : 0, 0, 1, 2 medium : 1, 1.5, 3, 3.5 high : 3, 4, 5, 5
VarD	Entrada	Mín: 0 Máx: 2	low : 0, 0, 0, 1 medium : 0, 1, 1, 2 high : 0, 1, 2, 2
VarE	Entrada	Mín: 0 Máx: 9	low : 0, 0, 2, 5 medium : 2, 4.5, 4.5, 7 high : 4, 7, 9, 9
Out	Sortida	Mín: 0 Max: 1	low : 0, 0, 0.2, 0.4 medium : 0.2, 0.4, 0.5, 0.7 high : 0.5, 0.7, 1, 1

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



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	VarC	OutB1
01	low	low	low	low
02	low	low	medium	low
03	low	low	high	low
04	low	medium	low	low
05	low	medium	medium	medium
06	low	medium	high	medium
07	low	high	low	medium
08	low	high	medium	medium
09	low	high	high	medium
10	medium	low	low	low
11	medium	low	medium	medium
12	medium	low	high	medium

13	medium	medium	low	medium
14	medium	medium	medium	medium
15	medium	medium	high	high
16	medium	high	low	medium
17	medium	high	medium	high
18	medium	high	high	high
19	high	low	low	medium
20	high	low	medium	medium
21	high	low	high	medium
22	high	medium	low	medium
23	high	medium	medium	medium
24	high	medium	high	high
25	high	high	low	medium
26	high	high	medium	high
27	high	high	high	high

Bloc de regles B2.

Id. regla	VarD	VarE	OutB2
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.

Id. regla	OutB1	OutB2	Out
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:

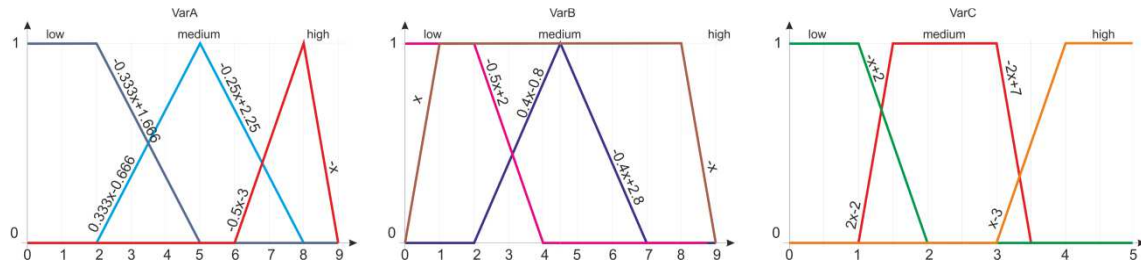
(VarA,VarB,VarC,VarD,VarE) = (7.5, 3, 1.2, 0.1, 5.5)

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

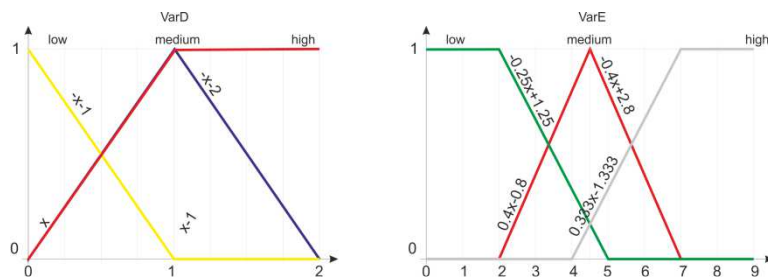
Solucions

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.

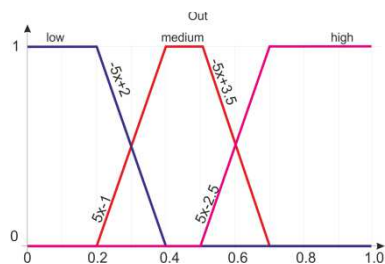
El bloc B1 té les següents variables d'entrada:



El bloc B2 té les següents variables d'entrada:



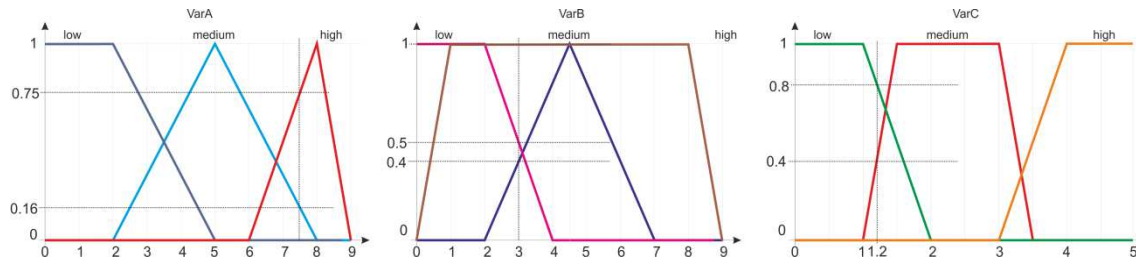
Les sortides de tots els blocs són del mateix tipus representat a continuació:



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 i medium a 0.16.

L'entrada VarB = 3 talla low a 0.5, medium a 0.4 i high a 1.

L'entrada VarC = 1.2 talla low a 0.8 i medium a 0.4.

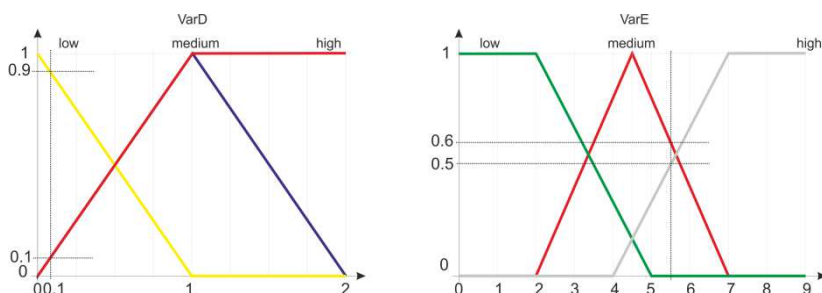
De la llista de regles, en cursiva s'assenyalen els termes activats i en negreta les regles que tenen tots els antecedents activats (han de ser tots tres perquè ens trobem amb una AND). Detallem entre parèntesi els nivells anteriorment descrits i la variable OutB1 detalla el nivell del conseqüent (aplicant la t-norma):

Id. regla	VarA	VarB	VarC	OutB1
01	low	<i>low (0.5)</i>	<i>low (0.8)</i>	low
02	low	<i>low (0.5)</i>	<i>medium (0.4)</i>	low
03	low	<i>low (0.5)</i>	high	low
04	low	<i>medium (0.4)</i>	<i>low (0.8)</i>	low
05	low	<i>medium (0.4)</i>	<i>medium (0.4)</i>	medium
06	low	<i>medium (0.4)</i>	high	medium
07	low	<i>high (1.0)</i>	<i>low (0.8)</i>	medium
08	low	<i>high (1.0)</i>	<i>medium (0.4)</i>	medium
09	low	<i>high (1.0)</i>	high	medium
10	medium (0.16)	low (0.5)	low (0.8)	low (0.16)
11	medium (0.16)	low (0.5)	medium (0.4)	medium (0.16)
12	<i>medium (0.16)</i>	<i>low (0.5)</i>	high	medium
13	medium (0.16)	medium (0.4)	low (0.8)	medium (0.16)
14	medium (0.16)	medium (0.4)	medium (0.4)	medium (0.16)
15	<i>medium (0.16)</i>	<i>medium (0.4)</i>	high	high
16	medium (0.16)	high (1.0)	low (0.8)	medium (0.16)
17	medium (0.16)	high (1.0)	medium (0.4)	high (0.16)
18	<i>medium (0.16)</i>	<i>high (1.0)</i>	high	high
19	high (0.75)	low (0.5)	low (0.8)	medium (0.5)
20	high (0.75)	low (0.5)	medium (0.4)	medium (0.4)
21	<i>high (0.75)</i>	<i>low (0.5)</i>	high	medium
22	high (0.75)	medium (0.4)	low (0.8)	medium (0.4)
23	high (0.75)	medium (0.4)	medium (0.4)	medium (0.4)
24	<i>high (0.75)</i>	<i>medium (0.4)</i>	high	high
25	high (0.75)	high (1.0)	low (0.8)	high (0.75)
26	high (0.75)	high (1.0)	medium (0.4)	high (0.4)
27	<i>high (0.75)</i>	<i>high (1.0)</i>	high	high

Aplicant la t-conorma (termes assenyalats en groc) als conseqüents activats, obtenim que el terme *low* s'activa amb un nivell 0.16, *medium* s'activa a 0.75, i *high* s'activa a 0.4.

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 assolixen.



L'entrada VarD = 0.1 activa el terme low a 0.9, medium a 0.1 i high a 0.1.

L'entrada VarE = 5.5 activa el terme medium a 0.6 i high a 0.5.

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

Id. regla	VarD	VarE	OutB2
01	low	low	low
02	low (0.9)	medium (0.6)	low (0.6)
03	low (0.9)	high (0.5)	medium (0.5)
04	medium	low	low
05	medium (0.1)	medium (0.6)	medium (0.1)
06	medium (0.1)	high (0.5)	medium (0.1)
07	high (0.1)	low	medium
08	high (0.1)	medium (0.6)	high (0.1)
09	high(0.1)	high (0.5)	high (0.1)

En aquest cas la sortida de B2 activa els termes de OutB2 (assenyalats en groc) low amb un nivell 0.6, medium amb un nivell 0.5, i high amb un nivell 0.1.

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.

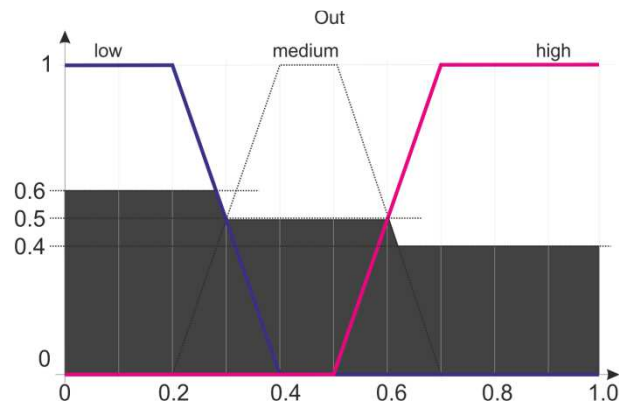
Així doncs, assenyalarem els nivells assolits per cadascun dels termes en la taula de regles de B3, i igual que en els altres casos, les regles on estiguin activats tots els antecedents, s'avaluarà el nivell assolit del conseqüent.

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

Id. regla	OutB1	OutB2	Out
01	low (0.16)	low (0.6)	low (0.25)
02	low (0.16)	medium (0.5)	low (0.25)
03	low (0.16)	high (0.1)	medium (0.1)
04	medium (0.75)	low (0.6)	low (0.5)
05	medium (0.75)	medium (0.5)	medium (0.5)
06	medium (0.75)	high (0.1)	medium (0.1)
07	high (0.4)	low (0.6)	medium (0.4)
08	high (0.4)	medium (0.5)	high (0.4)
09	high (0.4)	high (0.1)	high (0.1)

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

pertinença:



També s'assenyala el punt nítid calculat amb el centre de masses en 0.4546 unitats de la variable Out.

$$CoM = \frac{\sum_{i=0}^1 i \cdot \mu(i)}{\sum_{i=0}^1 \mu(i)} = \frac{223.0121}{490.4983} = 0.4546$$

□