



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 difosa.

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

Els **sistemes experts difusos** són utilitzats en diferents dominis, com agricultura, economia, control de satèl·lits, etc.. En aquesta PAC estudiarem un cas concret d'aplicació intel·ligent d'un aire condicionat d'una granja ecològica [1].

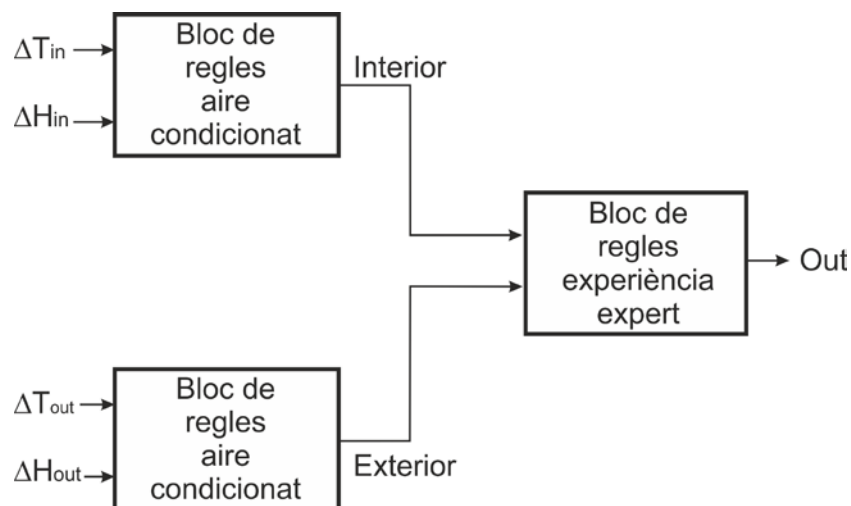
L'article explica de forma detallada tant el hardware com el software requerits per implementar un sistema expert difús de control de l'aire (temperatura i humitat) en una granja. El sistema consta d'uns sensors que proporcionen les dades de temperatura i humitat a l'interior i exterior de la granja, i el sistema expert difús, les tracta i determina el mode òptim de treball de l'aire condicionat. El sistema defineix 4 modes de treball de l'aire condicionat: *cooler* (C), *heater* (H), *air dehumidifying* (D), i *blower fan* (F).

Centrant-nos en la part del sistema expert difús, mirarem en quin mode ha de treballar el sistema d'aire tenint en compte uns casos concrets. En tot



moment, utilitzarem els mateixos termes lingüístics (reals) que van proposar els autors de l'article.

Considerem doncs el sistema jeràrquic següent:



El sistema està format per 4 variables d'entrada, dues de tipus T i dues de tipus H. Les variables d'entrada tipus T descriuen la temperatura interior i exterior mesurades, i les variables tipus H descriuen la humitat relativa interior i exterior mesurades. Tenim una variable de sortida (anomenada Out), i dues variables intermèdies (anomenades Interior i Exterior).

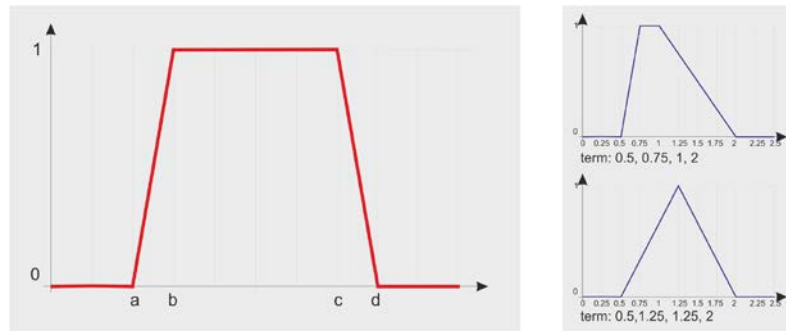
La definició de les variables és la següent:

Variable	Rang	Terme lingüístic : punts (a,b,c,d) ^(*)
$\Delta T_{in}, \Delta T_{out}$	Min: -15 Max: 15	NM: -15, -15, -10, -5 NS: -8, -5, -5, -1 ZO: -1.5, 0, 0, 1.5 PS: 1, 3, 3, 5 PM: 3, 8, 15, 15
$\Delta H_{in}, \Delta H_{out}$	Min: -40 Max: 40	NM: -40, -40, -26, -14 NS: -26, -14, -14, -4 ZO: -6, 0, 0, 6 PS: 4, 18, 18, 30 PM: 26, 34, 40, 40
Interior, Exterior, Output	Min: -3 Max: 3	F: -1, -1, -1, -1 C: 0, 0, 0, 0 H: 1, 1, 1, 1 D: 2, 2, 2, 2

^(*) A continuació es presenta com s'ha d'interpretar la seqüència de punts (a,b,c,d).



A més, al costat dret s'afegeixen dos exemples il·lustratius, un terme lingüístic trapezoïdal (dalt) i un terme lingüístic triangular (sota).



El bloc de regles de l'aire condicionat és:

ΔT	ΔH				
	NM	NS	ZO	PS	PM
NM	H	H	H	H	H
NS	H	H	H	D	D
ZO	F	F	F	D	D
PS	C	C	C	C	D
PM	C	C	C	C	C

El bloc defineix 25 regles definides per un expert. La interpretació del bloc és la següent. Si $\Delta H = NS$ i $\Delta T = PS$, llavors l'aire condicionat ha de treballar en el mode cooler (C).

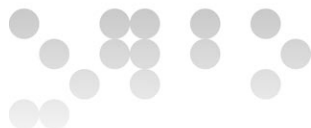
El bloc de regles basat en l'experiència de l'expert és:

Interior	Exterior			
	H	C	D	F
H	H	F	D	F
C	F	C	D	F
D	H	C	D	F
F	H	C	D	F

En aquest cas, l'expert ha definit 16 regles empíriques. Per exemple, si la decisió exterior és C i la interior és D, la sortida del controlador difús és C.

Preguntes

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



1) Representar gràficament les variables del sistema amb les funcions de pertinença de tots els termes.

2) Determinar el mode de treball de l'aire condicionat considerant el següent conjunt de valors inicials:

$$(\Delta H_{in}, \Delta T_{in}, \Delta H_{out}, \Delta T_{out}) = (10, 5, 20, 6)$$

Seguint l'article i veient la forma de la variable de sortida, no té massa sentit calcular el valor nítid. Només cal conèixer quin mode de treball és l'escollit i en aquell treballarà la màquina independentment del percentatge d'assoliment que tingui un valor respecte els altres tres no seleccionats. El percentatge d'assoliment podria indicar-nos el nivell en què s'hauria d'activar la màquina.

3) Tornar a determinar el mode de treball de l'aire condicionat considerant el següent conjunt de valors inicials:

$$(\Delta H_{in}, \Delta T_{in}, \Delta H_{out}, \Delta T_{out}) = (10, 5, 28, 4)$$

Notes preguntes 2 i 3):

- L'entrada del bloc de regles de l'expert és la sortida dels blocs d'aire condicionat interior i exterior.
- No s'han de calcular els valor nítids de les variables intermèdies ni tampoc la de la variable de sortida.
- 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.

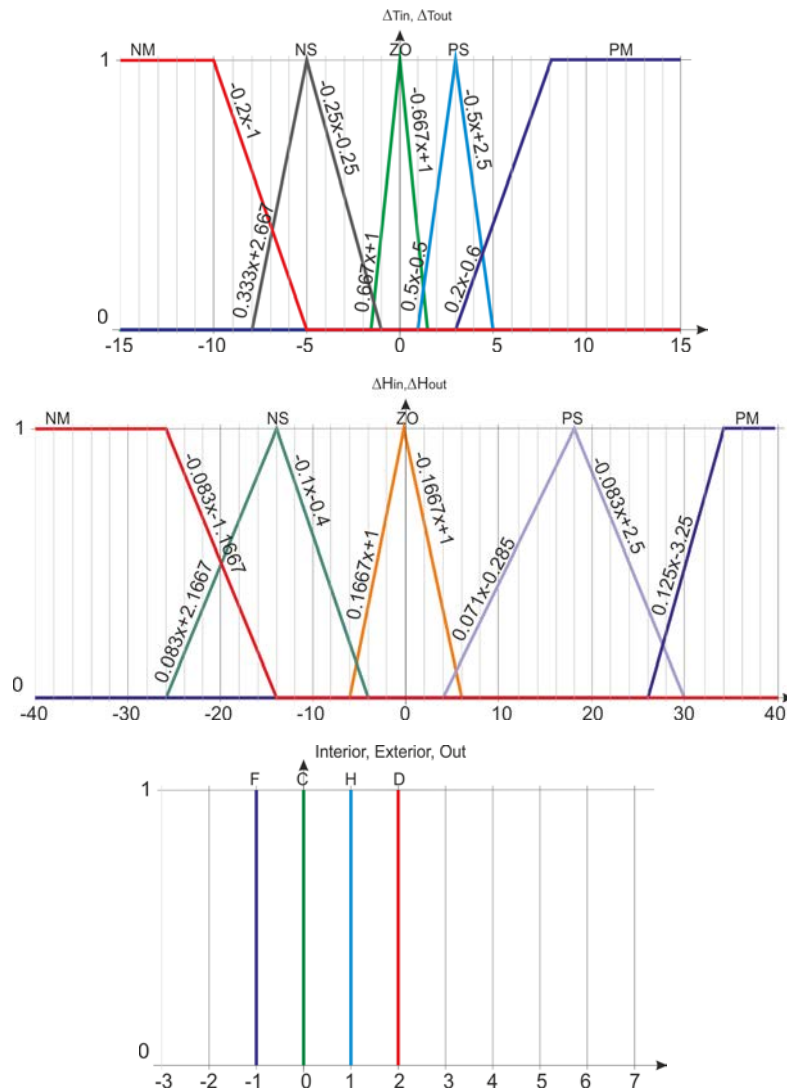
-
- [1] M.-T. Yang, C.-C. Chen, and Y.-L. Kuo, "Implementation of intelligent air conditioner for fine agriculture," *Energy and Buildings*, vol. 60, pp. 364-371, 2013.

(article inclòs en el document PDF de l'enunciat)



Solucions

Pregunta 1) A continuació es visualitzen gràficament els tipus de variables del sistema, i les diferents funcions de pertinença:



En el cas del tipus de sortida, al ser valors crisp, no hi ha funció de pertinença, només val 1 quan l'abscissa val algun dels valors permesos.

Pregunta 2) Anem a fer els passos per obtenir en quin mode ha de treballar l'aire condicionat considerant les següents entrades:

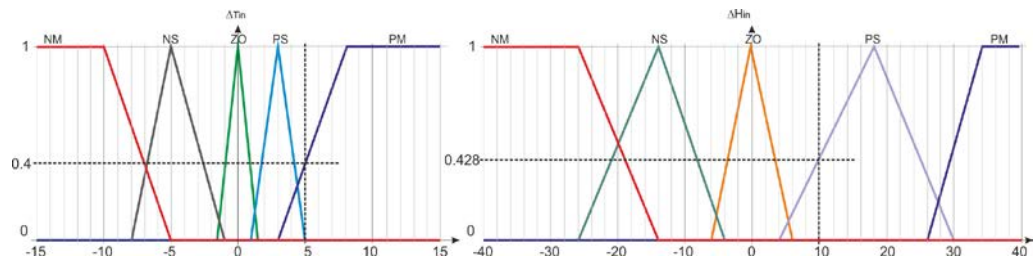


$$(\Delta H_{in}, \Delta T_{in}, \Delta H_{out}, \Delta T_{out}) = (10, 5, 20, 6)$$

Pas 1) Anem a calcular el valor de Interior.

Amb els valors d'entrada donats, s'activen els termes lingüístics següents:

- Variable ΔH_{in} activa el terme PS amb un nivell 0.428.
- Variable ΔT_{in} activa el terme PM amb un nivell 0.4.



S'activa la regla marcada en negreta. Entre parèntesi i en vermell marquem el nivell assolit que és el mínim dels dos antecedents – estem considerant la t-norma min –:

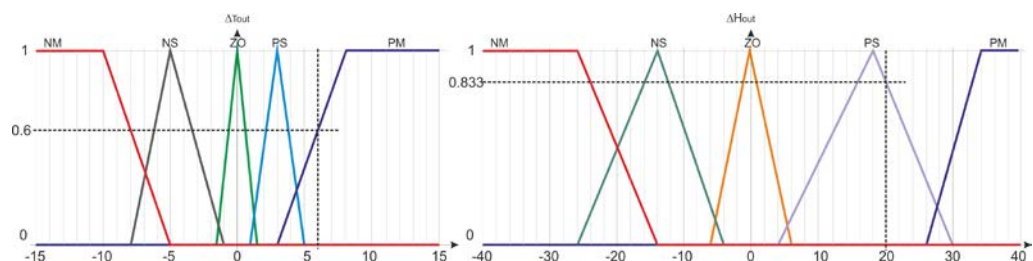
ΔT	ΔH				
	NM	NS	ZO	PS (0.428)	PM
NM	H	H	H	H	H
NS	H	H	H	D	D
ZO	F	F	F	D	D
PS	C	C	C	C	D
PM (0.4)	C	C	C	C (0.4)	C

El valor de Interior és C amb un nivell de confiança 0.4.

Pas 2) Anem a calcular el valor de Exterior.

Amb els valors d'entrada donats, s'activen els termes lingüístics següents:

- Variable ΔH_{out} activa el terme PS amb un nivell 0.833.
- Variable ΔT_{out} activa el terme PS amb un nivell 0.6.





Amb aquest termes i nivells, s'activa la regla marcada en negreta i en vermell. Entre parèntesi marquem el nivell assolit que és el mínim dels dos antecedents:

ΔT	ΔH				
	NM	NS	ZO	PS (0.833)	PM
NM	H	H	H	H	H
NS	H	H	H	D	D
ZO	F	F	F	D	D
PS	C	C	C	C	D
PM (0.6)	C	C	C	C (0.6)	C

De forma directe, Exterior aconsegueix un valor C amb un nivell 0.6.

Pas 3) Confrontem els valors de Interior i Exterior que s'han calculat en els dos passos anteriors.

En els dos casos, s'activa el terme C, però amb nivells diferents. Si entrem aquests valors al bloc de regles de l'experiència de l'expert, tenim el següent resultat:

Interior	Exterior			
	H	C (0.6)	D	F
H	H	F	D	F
C (0.4)	F	C (0.4)	D	F
D	H	C	D	F
F	H	C	D	F

Només s'activa una regla: *si Interior = C i Exterior = C, aleshores la sortida és C*. El nivell assolit per aquest terme és 0.4.

Així doncs, el mode de l'aire condicionat és cooler (C) → Entenem que el nivell de confiança és baix, és a dir, que la màquina funcionarà en el mode C durant una estona, però que segurament canviarà en un futur proper

Pregunta 3) Anem a fer els passos per obtenir en quin mode ha de treballar l'aire condicionat considerant les següents entrades:

$$(\Delta H_{in}, \Delta T_{in}, \Delta H_{out}, \Delta T_{out}) = (10, 5, 28, 4)$$



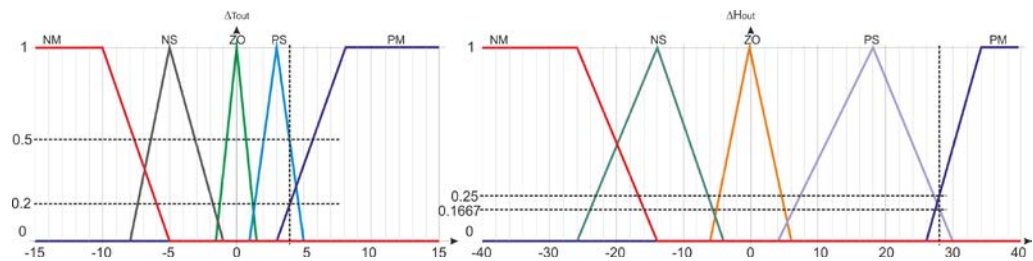
Pas 1) El pas 1 és el mateix que en la pregunta 2, i obtenim la mateixa sortida que en la pregunta anterior.

El valor de Interior és C amb un nivell de confiança 0.4.

Pas 2) Obtenir el valor per la variable Exterior.

Amb els valors d'entrada donats, s'activen els termes lingüístics següents:

- Variable ΔH_{out} activa el termes PS amb un nivell 0.1667, i el terme PM amb un nivell 0.25.
- Variable ΔT_{out} activa els termes PS amb un nivell 0.5, i el terme PM amb un nivell 0.2.



Ara s'activen les següents regles:

ΔT	ΔH				
	NM	NS	ZO	PS (0.1667)	PM (0.25)
NM	H	H	H	H	H
NS	H	H	H	D	D
ZO	F	F	F	D	D
PS (0.5)	C	C	C	C (0.1667)	D (0.25)
PM (0.2)	C	C	C	C (0.1667)	C (0.2)

Entre parèntesi i en vermell, s'ha marcat l'activació després d'aplicar la t-norma mínim.

En aquest cas, el resultat agregat serà que Exterior val C amb un valor de 0.2 (aplicant la t-conorma màxim) i D amb un valor de 0.25.

Pas 3) Obtenir el valor del mode de l'aire condicionat.

Després dels dos primers passos tenim:

- Interior: Interior val C amb un nivell de confiança 0.4.
- Exterior: Exterior val C amb un valor de 0.2 i D amb un valor de 0.25



Si entrem aquests valors al bloc de regles de l'experiència de l'expert, tenim el següent resultat:

Interior	Exterior			
	H	C (0.2)	D (0.25)	F
H	H	F	D	F
C (0.4)	F	C (0.2)	D (0.25)	F
D	H	C	D	F
F	H	C	D	F

Les regles que s'activen són:

- si Interior és C i Exterior és C, aleshores, sortida és C. El nivell assolit per aquest terme és mínim $(0.4, 0.2) = 0.2$.
- si Interior és C i Exterior és D, aleshores, sortida és D amb un nivell mínim $(0.4, 0.25) = 0.25$.

En aquest punt donat, veiem que el SE ha de decidir el mode en què ha de treballar, i té les opcions de C i D → Tria el mode D perquè té un nivell de confiança més alt.

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** i les preguntes 2 i 3 valen **4 punts** cadascuna.

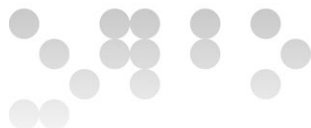
Format i data de lliurament

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 (format PDF).

La data límit de lliurament és el: **19 de desembre (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.