



Universitat de Girona

Departament d'Electrònica, Informàtica i Automàtica

**Assignatura:
Disseny de sistemes de supervisió**

**Pràctica 6:
“SISTEMES EXPERTS”**

Pràctica 6:
“SISTEMES EXPERTS”

Objectius de la pràctica:

- Revisió dels conceptes bàsics de sistemes experts estudiats en l'assignatura Intel·ligència Artificial (4rt curs).
- Utilització del *shell* de sistemes experts JESS
- Disseny i desenvolupament d'un sistema expert pel control d'un procés simple.
- Entendre quina és l'aplicabilitat del sistemes experts en el control de processos.

Contingut:

INTRODUCCIÓ.....	3
SISTEMA EXPERT PER CONTROLAR L'AMBIENT D'UNA HABITACIÓ	3
DESCRIPCIÓ DEL PROBLEMA.....	3
APROXIMACIÓ A LA SOLUCIÓ.....	4
DEFINICIÓ DELS OBJECTES.....	4
DEFINICIÓ DE REGLES	5
INICIALITZACIÓ DEL SISTEMA.....	5
TEST DEL SISTEMA.....	6
EXTENSIÓ DE L'ENUNCIAT (ADDITIONAL).....	6
SISTEMA EXPERT PER CONTROLAR UNA CALDERA DE VAPOR (ALTERNATIVA)	7
BIBLIOGRAFIA.....	8

Introducció

Per aconseguir la transferència tecnològica de la intel·ligència artificial (IA) als sectors socioeconòmics propis de l'automatització industrial, les indústries de processos, alimentàries, i de manufactura en general, s'han de concebre i construir eines que ajudin als operaris i enginyers a dissenyar i desenvolupar supervisors a semblança de les eines de disseny i desenvolupament de controladors ja existents. Proveir de "majors dosis d'intel·ligència (artificial) als supervisors" és la necessitat tecnològica que promulguen les empreses que requereixen d'automatització. Aleshores, els estudis s'encaminen a la màxima modularització dels supervisors a base de proporcionar-los informació molt significativa. Aquesta informació s'obté mitjançant abstractors, generadors d'esdeveniments i d'avaluadors de prestacions de controladors industrials, i sistemes experts, recorrent-se a la concepció orientada a objecte per a la seva correcta i prolongada integració en el que anomenem Computer Aided Design (CAD) de supervisió. Aquesta nova plataforma té com a precedents els sistemes SCADA, els sistemes CACSD i els sistemes experts a temps real.

Les necessitats d'un sistema de supervisió poden ser:

- D'entorns de desenvolupament de supervisors per a enginyers de control i de processos.
- Integració d'eines de supervisió amb sistemes experts
- Abstracció d'informació: interfície entre l'enginyer de procés, el de control i l'operari per desenvolupar petits mòduls experts de supervisió.

Solucions adoptades :

- Intel·ligència artificial mitjançant sistemes experts.
- Sistemes de monitorització (LABWINDOWS o altres cases particulars com Siemens, FESTO, OMRON, Allen-Bradley) i entorn de disseny de controladors com pot ser MATLAB/SIMULINK.
- Abstractors.
- Tecnologies de PLC principalment, i actualment s'introdueix l'ordinador (PC) i les arquitectures dels DSP (Digital Signal Processors).

Amb els sistemes experts intentem copsar el raonament expert, qualitatiu, aproximat que empen els experts quan fan de supervisors. Dels processos reals analitzem què és l'important a vista de l'expert. Els experts humans saben tractar la complexitat dels problemes mitjançant abstraccions i focalitzacions que volem automatitzar amb l'ordinador.

En aquesta pràctica es realitzarà un petit sistema expert per controlar un procés de forma que il·lustri l'ús d'aquests sistemes en la supervisió. Per exemples més complexos, consulteu la bibliografia de l'assignatura "Aplicació dels sistemes experts a l'automatització".

Finalment, si necessiteu recordar els coneixements apresos sobre sistemes experts el curs anterior o sobre JESS (shell sobre el que heu de realitzar la pràctica) , consulteu: <http://rogitteam.udg.es/docencia/docencia.shtml>.

Sistema expert per controlar l'ambient d'una habitació

Descripció del problema

Moltes cases disposen de sistemes de calefacció i refrigeració per mantenir una temperatura confortable en cadascuna de les habitacions durant tot l'any. A l'hivern una caldera escalfa la casa mentre que l'aire condicionat refreda la casa durant els mesos d'estiu. La temperatura desitjada es manté normalment mitjançant l'ús d'un termosta simple que es col·loca en alguna de les habitacions. El propietari acciona el termosta en el mode d'operació corresponent (calent o fred) i la temperatura desitjada. El termosta monitoritza la temperatura de l'habitació i posa en

marxa la caldera (o l'aire condicionat) quan la temperatura està per sota (o per sobre) de la temperatura establerta. Tanmateix, aquest procediment no sempre funciona bé.

Una de les primers dificultats és que resulta ineficient. Només es monitoritza la temperatura d'una habitació, que és utilitzada per controlar la temperatura de la resta d'habitacions. Si alguna habitació és buida, el propietari malgasta energia.

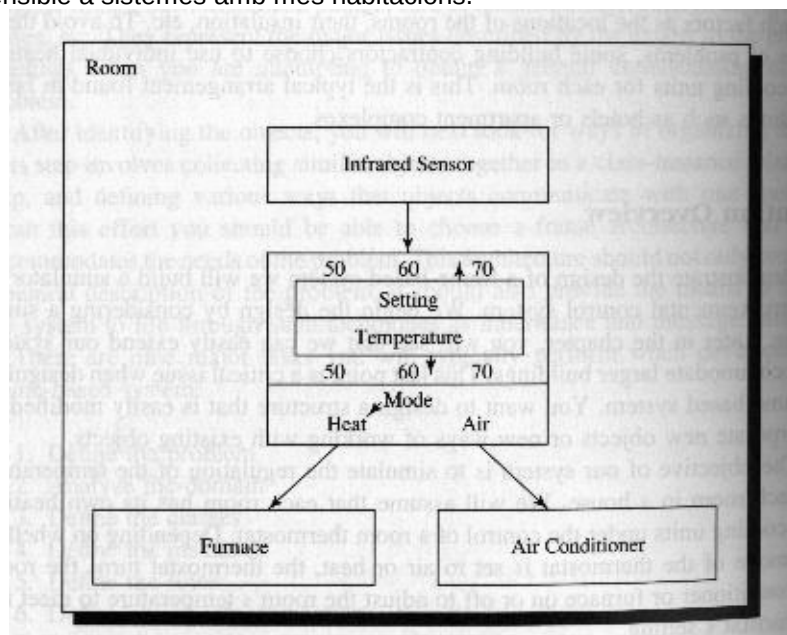
Una segona dificultat és que pot haver una gran variació de temperatura entre una habitació i na altra. És a dir, l'habitació on és situat el termostat pot resultar confortable, mentre que en altres habitacions poden estar molt fredes o molt calentes. Aquest problema es deu a diferents factors com la localització de les habitacions, la seva orientació (grau d'insolació), etc. Per evitar aquests problemes alguns constructors decideixen posar unitats individuals de calefacció i refrigeració en cadascuna de les habitacions. És el que s'acostuma a fer en edificis grans com hotels o complexos d'apartaments.

Aproximació a la solució.

Una altra alternativa pot ser la de desenvolupar un sistema expert per controlar l'ambient de les habitacions. L'objectiu del sistema és simular la regulació de les temperatures de cada habitació d'una casa. Suposarem que cada habitació té el seu propi sistema de calefacció i el seu propi termostat que s'encarrega de mantenir la temperatura de l'habitació a la temperatura adequada.

El termostat haurà de controlar la temperatura en funció de la seva ocupació. És a dir, no volem malgastar energia si l'habitació està desocupada. Per aconseguir això, suposarem que cada habitació està dotada d'un sensor d'infraroigs que ens indica quan hi ha gent en una habitació. A més, s'haurà de permetre una desviació de 5 graus en la temperatura en funció del grau d'ocupació de l'habitació. Per exemple, si l'habitació està ocupada i està el mode de calefacció està seleccionat, aleshores es permetrà que la temperatura estigui 5 graus sota de la desitjada.

Per tenir un sistema senzill, es suposarà que a la casa només hi ha tres habitacions: el menjador, la cuina i un dormitori. Si funciona per tres habitacions, podem suposar que serà fàcilment extensible a sistemes amb més habitacions.



Definició dels objectes

Primer de tot cal fer un esquema dels objectes que intervenen en aquest sistema expert, en el que quedi reflectit la relació entre ells.

Cada habitació es pot caracteritzar per:

- El seu termostat
- La seu radiador (*furnace*)
- L'aparell d'aire condicionat
- El sensor infraroig
- L'ocupació

Cada termostat es pot caracteritzar segons la seva localització i les característiques següents

- Habitació
- Radiador que controla
- Aparell d'aire condicionat que controla
- Sensor d'infraroigs
- Mode (calor, fred)
- Valor desitjat
- Temperatura

Cada aparell d'aire condicionat i cada radiador té les característiques següents:

- Habitació
- Estat (encès, apagat)
- Termostat que el controla

Finalment, cada sensor d'infraroigs proporciona el grau d'ocupació en una habitació per al termostat ubicat en ella:

- Ocupació (sí, no)
- Habitació
- Termostat

Indicació: es recomana utilitzar una representació estructurada dels objectes. Consulteu [unordered facts](#) del manual de JESS si us cal.

Definició de regles

Les regles han de reflectir les especificacions següents:

- El mode d'operació de cada termostat ha de ser calor/fred
- Quan una habitació està ocupada, la temperatura de l'habitació s'ha d'ajustar d'acord amb el valor desitjat indicat en el termostat
- Quan una habitació no està ocupada i el mode d'operació és calor, aleshores la temperatura s'ha d'ajustar a la indicada pel termostat amb una variació de 5 graus menys.
- Quan una habitació no està ocupada i el mode d'operació és fred, aleshores la temperatura s'ha d'ajustar a la indicada pel termostat amb una variació de 5 graus més.

Inicialització del sistema

Dóna valors inicials a tots els objectes que hagi creat. Pot seguir l'exemple següent:

- Habitacions
 - menjador: radiador1, no ocupat, termostat1, aire condicionat1
 - Cuina: radiador2, no ocupat, termostat2, aire condicionat2
 - Dormitori: radiador3, no ocupat, termostat3, aire condicionat 3
- Termostats
 - Termostat1: aire condicionat 1, radiador 1, calor, temp. desitjada 68, temp. actual 65, menjador.
 - Termostat2: aire condicionat 2, radiador 2, calor, temp. desitjada 68, temp. actual 65, cuina.
 - Termostat3: aire condicionat 3, radiador 3, calor, temp. desitjada 68, temp. actual 65, dormitori.

- Aire Condicionat
 - Aire Condicionat 1: menjador, apagat, termostat1.
 - Aire Condicionat 2: cuina, apagat, termostat2.
 - Aire condicionat 3: dormitori, apagat, termostat3.
- Radiadors
 - Radiador 1: menjador, apagat, termostat1.
 - Radiador 2: cuina, apagat, termostat2.
 - Radiador 3: dormitori, apagat, termostat3.

Test del sistema

Interessa que el sistema proporcioni la temperatura de l'habitació, el mode d'operació dels radiadors o aires condicionats, i les dades del termostat. En general, qualsevol ens interessa conèixer qualsevol dada que canviï¹.

A continuació és mostren algunes de les situacions que es poden provar, entre moltes d'altres:

- Cas 1: S'incrementa el termostat del menjador fins a 75 graus.
- Cas2: El menjador s'ocupa
- Cas3: Es canvia el termostat del menjador a fred, i es posa fins a 55 graus.
- Cas4: Es desocupa el menjador

Extensió de l'enunciat (addicional)

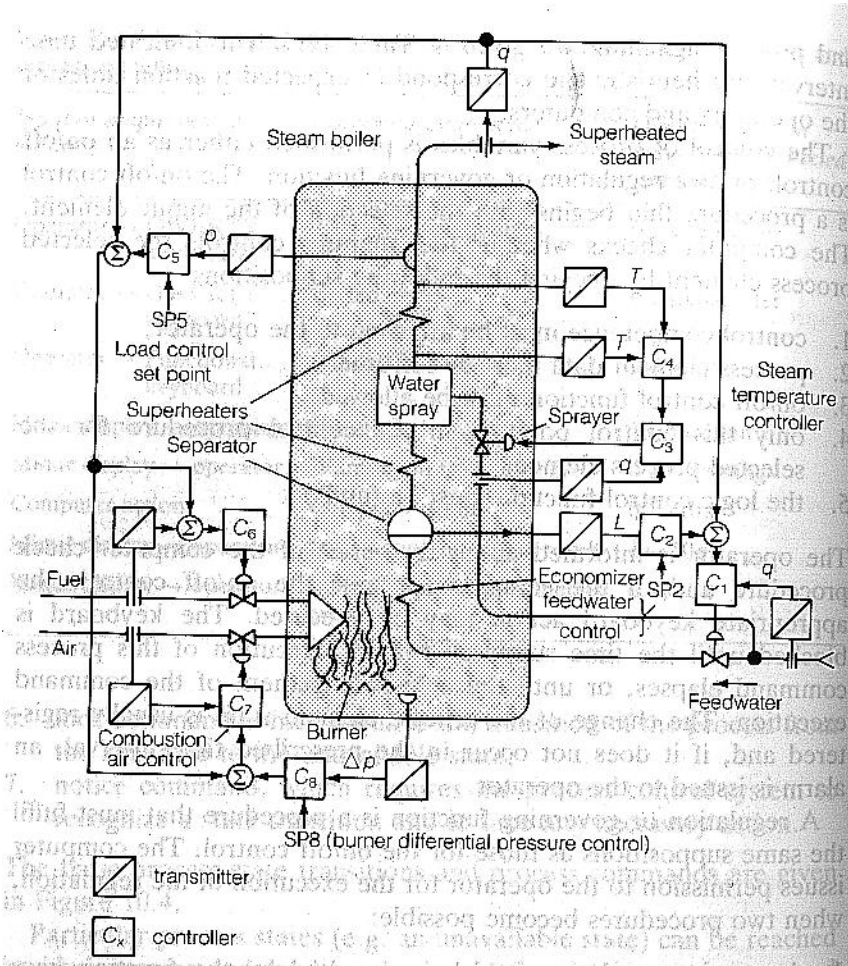
El sistema expert es pot estendre en dues direccions:

- Aprofundir en el coneixement: per exemple, dotant els radiadors de vàlvules de control de gas.
- Ampliar el coneixement: per exemple, incorporant més habitacions a la vivenda.

¹ Si disposéssim d'un pannel de visualització, podríem veure les dades d'una forma més amigable que textualment.

Sistema expert per controlar una caldera de vapor (alternativa)

En la següent figura es mostra un esquema d'una caldera de vapor simple i el seu circuit de control:



Esquema del procés d'una caldera de vapor simple: q: flux; $\Delta p, p$: pressió; L: nivell; SPx: set point value; Σ : punt d'agregació.

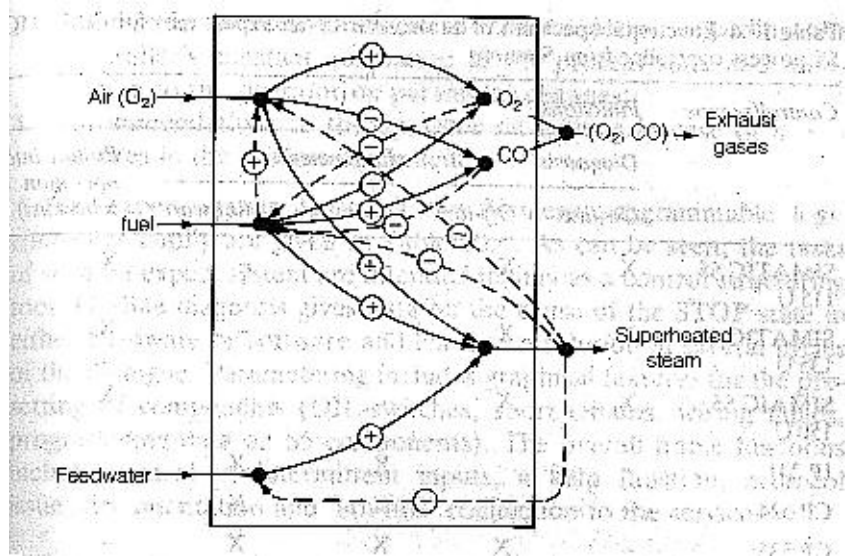
Hi ha dos circuits principals de control:

1. El control del vapor, on la producció del vapor molt-calent és connecta amb l'aire i la betzina de consum a través dels controladors C6 i C7;
2. El control del nivell de l'aigua d'alimentació en els punts C2 i C1.

El control de la temperatura es realitza a través dels punts C3 i C4, i la pressió del vapor a través de C5.

Quan tots els circuits de control estan ajustats al procés i no hi ha canvis ni en les variables d'input ni en el procés mateix (com calcificació dels dipòsits en les tuberies o inoperabilitat de les vàlvules), l'esquema de control de la figura pot dur a terme la tasca de control produint el valor desitjat de vapor. Si algun esdeveniment del procés o del control canvia d'alguna forma no prevista, un operador ha de prendre el control mitjançant un procediment manual. L'habilitat de l'operador i la seva atenció resulta clau per aquesta tasca, i d'ella depèn possibles pèrdues i danys en el material i el personal.

Una estructura de control més complexa podria ser la següent:



En aquesta figura la informació es presenta de forma qualitativa i s'ha afegit la influència dels gasos exhaurits (O_2 , CO).

Un sistema expert pot ajudar a l'operador en alguna de les següents tasques:

1. Informar a l'operador de la tendència del sistema
2. Informar a l'operador de possibles punts de fallida i mesures de prevenció per evitar-les.
3. Accions correctives a petita escala en els cicles de control observant l'adaptació constant dels controladors a l'estat del procés i informar a l'operador dels canvis.
4. Recomandar a l'operador de les accions a realitzar en cas de possibles fallides.

Bibliografia

John Durkin. Expert Systems: Design and development. Macmillan, 1994.

Fran Jovic. Expert systems in process control. Chapman & Hall, 1992.