

**Recull de sistemes intel·ligents
que justifiquen
el procés de presa de decisions**

Joan Casals Alonso

Aïda Valls Mateu

Beca de col·laboració amb el Departament d'Enginyeria Informàtica i Matemàtiques de la Universitat Rovira i Virgili, concedida pel Ministeri d'Educació Cultura i Esport.

Gener – Juny de 2005

Índex

1	<i>Introducció</i>	1
2	<i>Tipus de mètodes per a donar explicacions</i>	3
3	<i>Support gràfic per a MCDA</i>	4
3.1	Representació de les relacions entre opinions	4
3.2	VIPA software	5
3.2.1	Filtratge d'alternatives	5
3.2.2	Dominis d'optimalitat.....	6
3.2.3	Coordenades paral·leles	7
3.2.4	Visualització radial	8
3.3	PCA-Plot.....	10
3.4	Triangle-Plot (Δ -Plot)	14
3.5	Sobre el <i>PCA-Plot</i> i el <i>Δ-Plot</i>	16
4	<i>Sistemes per a mesurar el grau de consens</i>	18
5	<i>Explicació en sistemes experts</i>	20
5.1	Tipus d'explicacions	21
5.1.1	Explicacions de tipus <i>Per què</i> :	21
5.1.2	Explicacions de tipus <i>com</i> :	22
5.1.3	Altres tipus d'explicacions	22
5.2	Metaconeixement	23
6	<i>Sistemes basats en argumentacions</i>	24
6.1	El sistema WOZ	25
6.2	Arguments en la presa de decisions basats en la evidència	28
7	<i>Conclusions</i>	31
8	<i>Bibliografia</i>	32

1 Introducció

En l'estudi que es presenta a continuació, es volen mostrar les diferents tècniques que es poden trobar actualment per tal de donar explicacions sobre el funcionament i conclusions d'un sistema d'ajuda a la presa de decisions. Anomenarem DM a la persona que ha de prendre una decisió (*decision-maker*). L'objectiu d'aquestes tècniques és permetre a l'usuari (DM) una millor comprensió del problema a tractar per tal que aquest pugui afrontar el problema de la presa de decisions amb la major quantitat d'informació útil possible i amb tots els punts de vista possibles.

Els mètodes de MCDA (*Multicriteria Decision Aid*) desenvolupen tècniques per tal d'ajudar a prendre una decisió en aquells problemes en que s'han de tindre en compte un gran nombre de punts de vista. Desenvolupar aquest tipus de mètodes no és una tasca fàcil, donat que alguns dels punts de vista poden ser contradictoris, i per tant, no sempre es pot arribar a la conclusió de que una alternativa és la millor segons tots els punts de vista.

Normalment aquests mètodes analitzen un conjunt d'alternatives a partir de diversos criteris, i finalment conclouen:

- a) quina és la millor alternativa
- b) quin és el *ranking* de les alternatives
- c) a quin grup de preferència pertany l'alternativa

Els mètodes de MCDA que donen explicacions, ofereixen eines que pretenen ajudar a l'usuari a fixar, analitzar i entendre tots els possibles punts de vista, per tal de dur a terme el procés de presa de decisions de la forma correcta, no només tenint en compte el resultat final. D'aquí ve el nom de MCDA (sistemes per a l'ajuda a la presa de decisions) enlloc de MCDM (sistemes de presa de decisions) que s'usava fa uns anys [Belton&Steward, 2003].

El nostre objectiu és buscar informació sobre quines maneres hi ha d'oferir quelcom més a l'usuari, per tal de que pugui avaluar d'una forma més eficaç la resposta donada per un sistema informàtic. És a dir, els sistemes que ens interessin han de mostrar informació de com s'ha arribat a la conclusió donada, donar eines per tal de realitzar comparatives entre les diferents opcions, o bé permetre saber quins motius fan que certes opcions o conclusions no es puguin donar, o bé expliquin per què són menys adequades.

Aquest tipus de sistemes són importants, pel fet que els éssers humans necessiten quelcom més que una resposta concreta, és a dir, quan realitzem una pregunta no només volem que se'ns doni una resposta, sinó que volem una justificació d'algun tipus. Per tant volem saber com han afrontat diferents sistemes el problema de donar explicacions o justificacions de com s'ha arribat a una certa conclusió, o bé quines eines proporcionen per tal de realitzar una comparativa entre les diferents opcions donades.

En el nostre estudi hem trobat diferents tècniques d'ajuda a l'usuari. Aquesta ajuda es pot donar en formats molt diferents ja siguin des de explicacions textuais que permeten entendre el raonament realitzat pel sistema, permetent fins i tot la realització de preguntes al sistema intel·ligent, fins a interfícies gràfiques que mostren *rankings* entre

les diferents opcions, permetent veure comparatives gràfiques entre les diferents dades, i modificar i tractar aquestes mitjançant la interfície gràfica. Tot això ve donat pel fet que els diferents usuaris necessiten ajuda en diferents entorns, i per tant, es necessiten diferents tipus de sistemes d'ajuda a l'usuari, enfocats cadascun d'ells, al tipus d'ajuda que necessitarà cada d'usuari, i a les característiques del propi sistema.

2 Tipus de mètodes per a donar explicacions

Tal i com ja s'ha esmentat anteriorment, en aquest estudi hem tractat diverses tècniques (des de mètodes basats en IA, fins a tècniques estadístiques) ofereixen ajuda per tal de comprendre com el sistema informàtic ha arribat a una certa conclusió. Podríem agrupar les diferents tècniques en els següents quatre grups:

Suport gràfic per a MCDA: El mètode més habitual consisteix en representar gràficament la informació que pot ser útil a l'usuari. En aquest apartat es presenten dos mètodes per tal de donar suport gràfic a l'hora d'escollir entre diverses alternatives en el cas multicriteri. Per a aquest tipus de problemes s'estudia la solució proposada pel *software* AVID que es basa principalment en dues tècniques, el PCA-Plot i el Δ -Plot, que permeten avaluar quines són les relacions entre les diferents opcions, criteris, i quin és l'efecte del canvi dels pesos, o de l'eliminació o unió de diverses opcions mitjançant una interfície gràfica.

Sistemes per a mesurar el grau de consens: el tipus de sistemes presentats en aquest apartat pretenen ajudar a avaluar el nivell de consens entre un grup d'experts, mitjançant l'avaluació de les diferents opinions d'aquests. Aquest tipus de sistemes han de fer la tasca de moderador en un debat, és a dir, han d'avaluar les diferents opinions, quin són els punts de consens, quins han de set els punts de debat, i avaluar quan s'ha de finalitzar el debat, donat que s'ha arribat a una conclusió.

Explicació en sistemes experts: els sistemes experts tenen com a objectiu arribar a una conclusió mitjançant una sèrie de regles, i per tant, la explicació en aquest tipus de sistemes es basa en gran part en mostrar com s'han utilitzat les regles, d'una forma fàcil de comprendre per part de l'usuari. Encara que en un primer moment es pugui pensar que la millor forma de justificar la resposta sigui mostrant les regles utilitzades, el problema ve donat bàsicament pel fet que moltes vegades el nombre de regles utilitzades és molt gran, i per tan molt difícil de comprendre per part de qui ha de prendre la decisió. Per tant, aquest tipus de sistemes es basen també en la realització d'una sèrie de preguntes al sistema informàtic per part de l'usuari.

Sistemes basats en argumentacions: tal i com els seu nom indica aquest tipus de sistemes es basen en argumentar la resposta donada. Per tal d'argumentar la resposta donada, aquest tipus de sistemes permeten a l'usuari realitzar una sèrie de preguntes, a les quals el sistema respondrà mitjançant una explicació del perquè i com s'ha arribat a una certa conclusió. El mecanisme de pregunta-resposta es basa en un estudi realitzat per un filòsof anomenat Toulmin [Toulmin, 1958]. En aquest apartat es presenten dos sistemes diferents, per una banda el sistema WOZ basant en agents intel·ligents, i per altra un sistema EBDM que es basa en una sèrie de regles que defineixen els tipus de diàlegs i una funció d'utilitat.

3 Suport gràfic per a MCDA

A continuació presentem algunes tècniques explicatives basades en representar gràficament dades i relacions que poden ser interessants per a qui pren la decisió. Concretament presentem tècniques que s'estan aplicant en el suport a la presa de decisions.

3.1 Representació de les relacions entre opinions

En problemes de presa de decisions sovint s'han d'analitzar diferents opinions de diverses persones (experts) sobre un conjunt de criteris. Resulta interessant pel qui ha de prendre la decisió, saber la relació entre els diferents experts a diferents nivells. És a dir, per un cert criteri, saber quins experts opinen el mateix i quins tenen opinions contradictòries, o bé fer aquest anàlisi a nivell global, tenint en compte tots els criteris simultàniament.

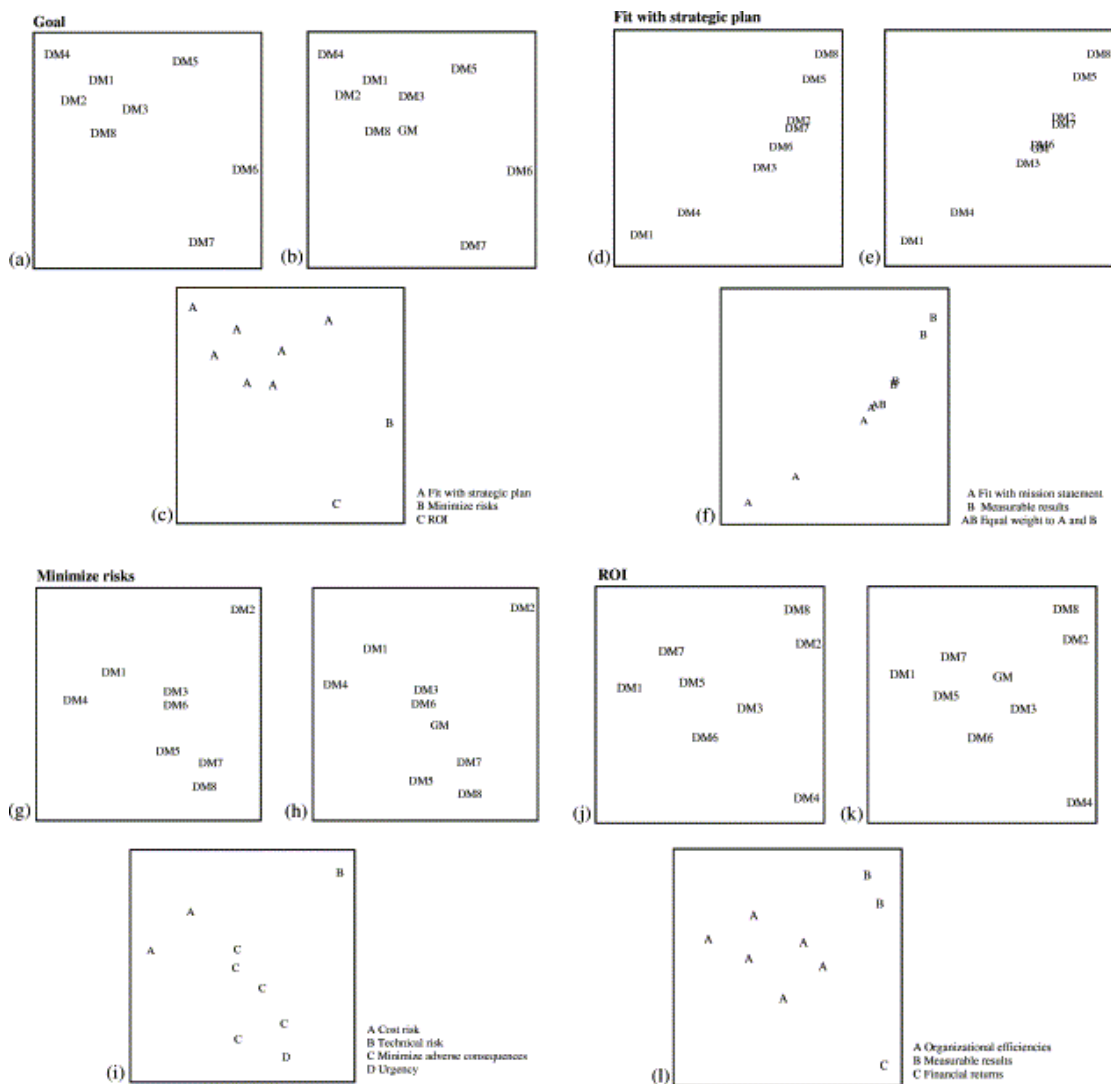


Figura 1: Mapes amb la posició dels experts (DM) per diversos criteris.

A [Condon et al., 2003] es representa gràficament la posició dels diferents experts per diferents criteris per separat. Aquestes representacions (anomenades “mapes de Sammon”) són utilitzades pels experts per discutir entre ells i intentar arribar a una opinió consensuada. Es generen diverses representacions d’aquestes relacions considerant diferents aspectes del problema a estudiar. En els mapes, vegeu Figura 1, el nom de les persones no apareix, només un identificador, de manera que la discussió és anònima. Així, cada expert, a la vista dels resultats, pot decidir modificar els valors que inicialment havia donat a cadascuna de les alternatives de la decisió. En aquest cas en concret, per arribar a la decisió final s'utilitza un mètode jeràrquic anomenat AHP (Analytic Hierarchy Process) [Saaty, 1980].

Una altra manera de representar les relacions entre els experts consisteix en compararlos amb la mitjana geomètrica, que es considera com l'objectiu a assolir [Condon et al, 2003]. Això es pot mostrar gràficament en forma d'histograma, amb els experts (DM) ordenats de més diferent a més semblant, tal i com mostra la Figura 2.

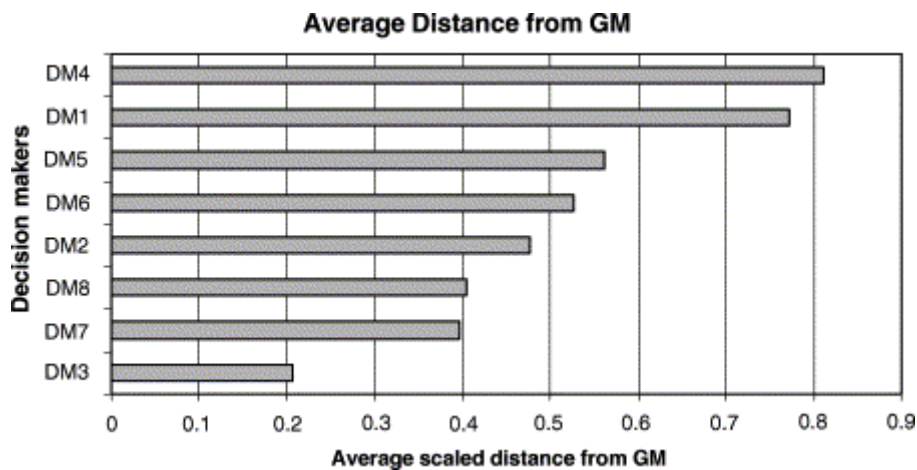


Figura 2. Distàncies a la mitjana geomètrica per cada expert

3.2 VIPA software

VIPA (Variable Interdependent Parameters Analysis) [Dias&Clímaco, 2000] és un programa dels que utilitzen tècniques de MCDA que a la vegada permet una gran interacció entre l'usuari i el sistema durant el procés de decisió. D'aquest se n'han volgut ressaltar dues característiques que poden ser força útils i innovadores per a l'usuari. Per una banda ens trobem amb el que s'anomena filtratge d'alternatives i per l'altra els dominis òptims. Tot seguit es tracten breument ambdues tècniques.

3.2.1 Filtratge d'alternatives

El sistema VIP permet durant les diferents etapes del procés anar filtrant alternatives segons uns rangs de valors. Això és útil quan l'usuari observa que els resultats que donen certes dades no són prou satisfactoris, ja sigui perquè perjudiquen al resultat

global, o bé es valora que certes alternatives o rangs de valors ja no són vàlids per als objectius marcats.

Durant el filtratge d'alternatives, el sistema VIP permet l'ús de diferents opcions per tal d'eliminar alternatives, com seria el cas d'eliminar-les per mitjà d'un llindar mínim del valor de preferència assolit, o bé eliminar les alternatives dominades per altres.

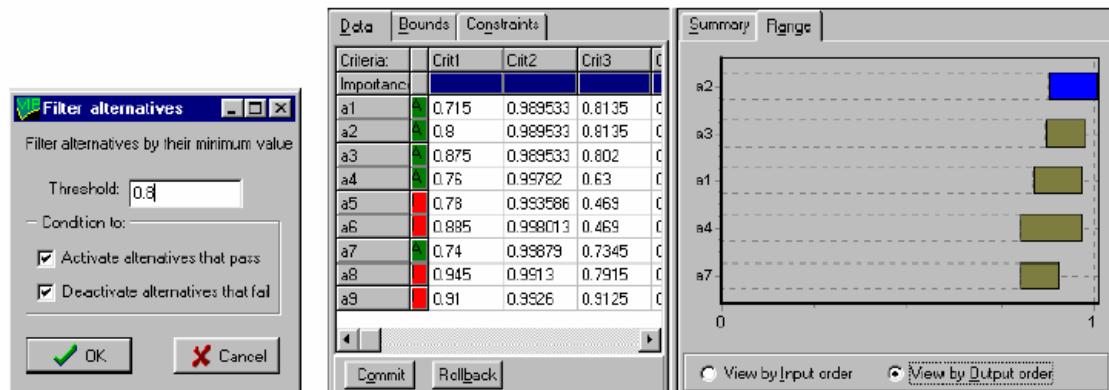


Figura 3. Filtratge d'alternatives

A la Figura 3 es pot observar que es filtren les alternatives que no superen el llindar mínim de 0.8. Aquestes són les senyalades en vermell, que per tant, no apareixen a la gràfica de la dreta, que mostra el resultat (grau de preferència) de les alternatives actives. Això facilita el procés d'anàlisi de les alternatives més interessants per l'usuari, sobretot quan el conjunt d'alternatives és molt gran, i per tant la seva visualització gràfica es dificulta.

3.2.2 Domini d'optimalitat

Si tenim diverses alternatives ben puntuades, podem ajudar a l'usuari a prendre la decisió final ensenyant-li en quins casos una és millor que l'altra, és a dir, una és més òptima que l'altra. En el sistema VIPA representen gràficament les regions on una alternativa és millor que una altra. Aquestes regions venen determinades pels valors dels seus criteris. En la figura 4 podem veure que s'han seleccionat les alternatives a2 i a3. El color verd representa a2, i la zona on el verd és més fort indica que a2 és millor que a3. D'altra banda, el blau representa a3 de la mateixa manera. Es pot observar que les regions tenen un tamany similar, per tant, no n'hi ha una que destaquí clarament per sobre de l'altra. L'usuari pot estudiar els valors de les zones on una és millor que l'altra, per acabar de decidir.

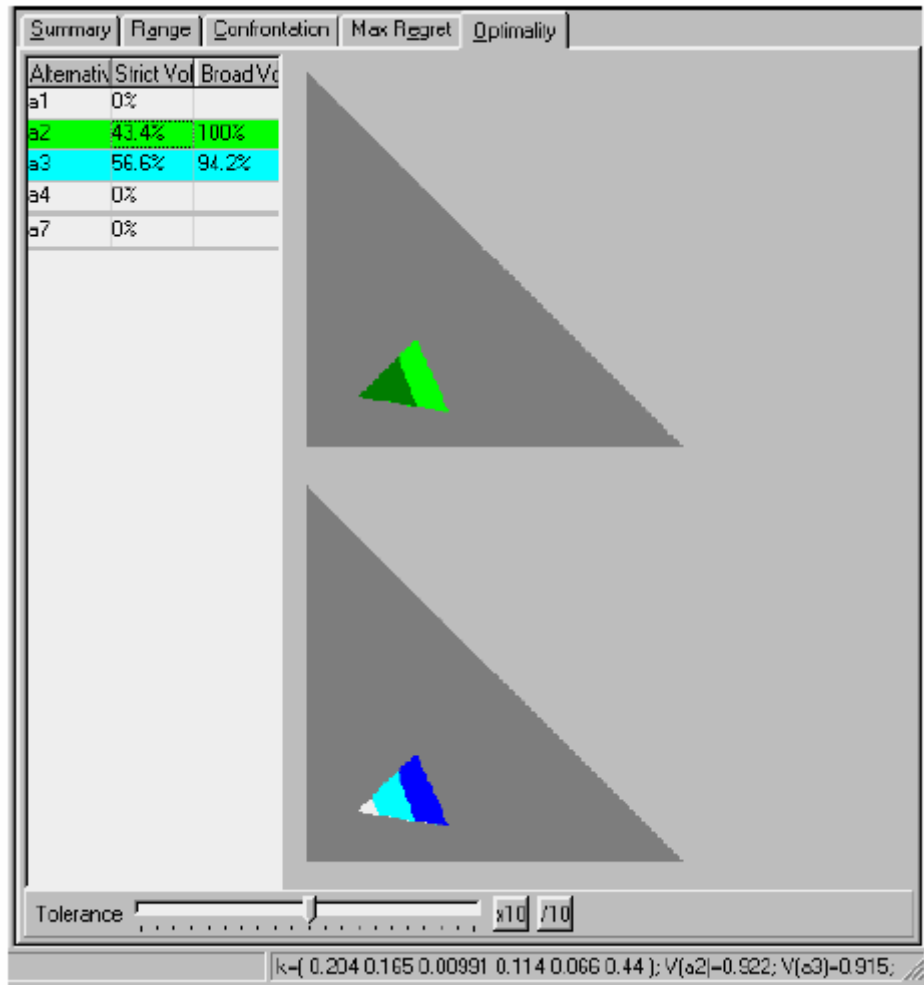


Figura 4. Regions d'optimalitat entre 2 alternatives

3.2.3 Coordenades paral·leles

La idea principal d'aquest mètode consisteix en representar les n dimensions de l'espai de dades utilitzant n eixos paral·lels. Per tal de mostrar cada dada s'utilitza una línia poligonal que interseca cadascun dels eixos en el punt corresponent al valor de aquella dada per a la dimensió considerada.

Suposem que es té una taula amb un conjunt d'elements pertanyents a un conjunt on els seus elements són 6-dimensionals, llavors tindriem una representació com la que es mostra a la Figura 5.

Id	Dimensions					
	A	B	C	D	E	F
1	1	5	10	3	3	5
2	2	1	3	1	2	2
3	3	2	1	2	4	2
4	4	2	1	3	1	2

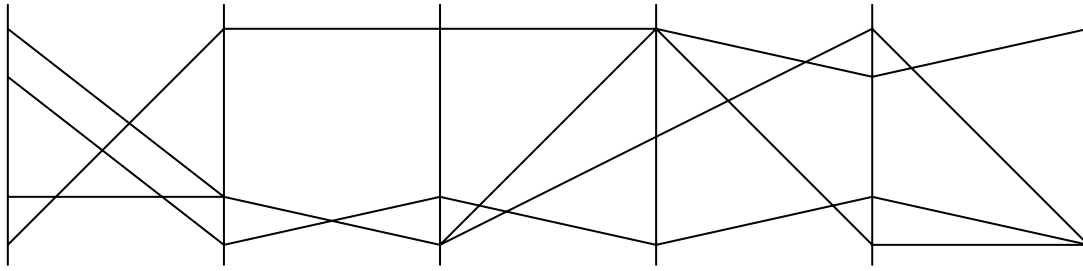


Figura 5. Coordenades paral.leles numèriques

Dins dels mètodes basats en les coordenades paral.leles, tenim el cas de la *Anchored-visualization Perspective* que combina la representació de dades contínues i dades categòriques, mitjançant l'ús de *Bubble Plots* i coordenades paral.leles. Un possible ús d'aquesta metodologia és mostra en la Figura 6.

Id	Dimensions				
	A	B	C	D	E
1	Baix	Baix	2	4	3
2	Mig	Mig	4	2	1
3	Alt	Mig	7	5	9
4	Mig	Baix	1	3	5
5	Baix	Baix	3	1	2
6	Baix	Mig	4	3	2

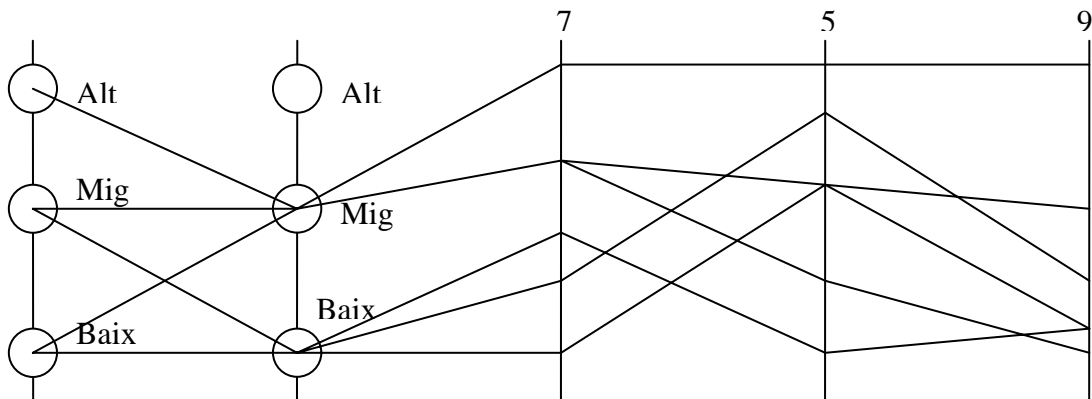


Figura 6. Coordenades paral.leles amb dades categòriques

El cercle central dels *Bubbles* indica segons els seu tamany, el nombre de dades que tenen aquell determinat valor dins de la base de dades.

3.2.4 Visualització radial

El mètode de la visualització radial s'utilitza en els casos en que es vol representar un espai de dades en que el nombre de dimensions a representar és sensiblement major que tres. Per tal de representar les diferents dimensions, s'utilitzen n punts, un per a cada

dimensió, els quals es troben al voltant del perímetre d'un cercle, equitativament espaiats entre ells, tal i com es pot veure per al cas de vuit dimensions en la figura 7.

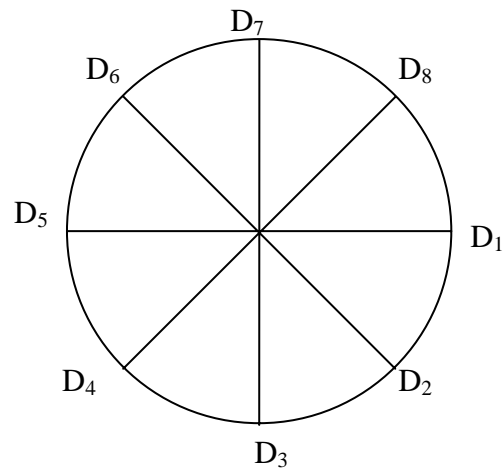


Figura 7.

Per tal de representar els valors que pren cada dimensió s'utilitzen unes constants K_i , amb la condició de que la suma de les forces per a les n dimensions sigui 0, és a dir, $F_1 + F_2 + \dots + F_N = 0$. En la figura 8 es pot observar una representació d'un espai de quatre dimensions.

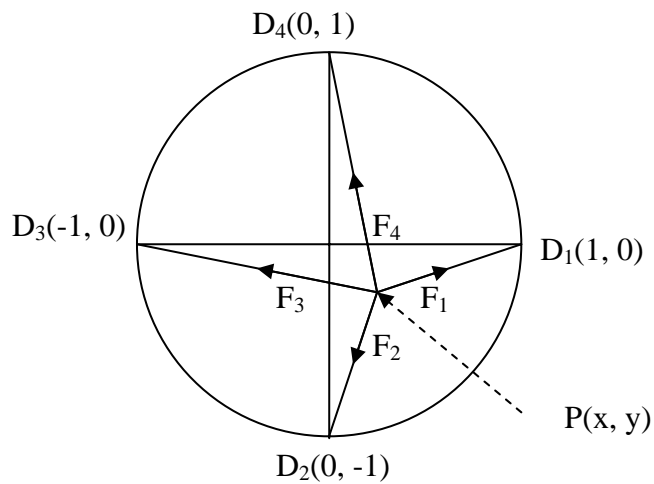


Figura 8.

3.3 PCA-Plot

S'anomena PCA (Principal Components Analysis) a una tècnica estadística no paramètrica i multi-variada utilitzada per tal de reduir el nombre de dimensions de les dades.

Un PCA-plot és doncs, un gràfic de les components principals d'un conjunt de dades. En el cas de la presa de decisions, aquestes dades són les valoracions d'un conjunt d'alternatives o objectes respecte a un conjunt de criteris o variables. Normalment la representació es fa en dues dimensions i mostra la posició de cada opció definida per el seu vector de valoracions corresponent. Els dos eixos de coordenades de la representació en 2D es corresponen a les dues primeres components principals obtingudes després d'aplicar el PCA. Concretament, la primera component principal correspon a l'eix que és capaç de representar una major variança de les dades, és a dir, és en el que es captura més informació sobre la distribució a l'espai de les dades; mentre que el segon eix, que és perpendicular al primer, és el segon que captura més variança. Així doncs, el pla definit per aquests dos eixos és el que millor pot representar la distribució de les dades a l'espai. A partir de la representació en 2D es poden avaluar les relacions que hi ha entre els criteris i les alternatives.

A [Hodgkin, 2004] s'utilitza aquesta tècnica per tal d'avaluar quines característiques haurien d'incorporar en el futur les residències amb pacients que pateixen una paràlisi cerebral. Per a dur a terme aquest estudi s'ha construït una sistema anomenat AVID que realitza PCA-Plots. L'aplicació permet variar el pes donat als vectors i a la vegada anar avaluant el efecte de la modificació d'aquests a partir de la interfície gràfica, com es veu a la figura 9.

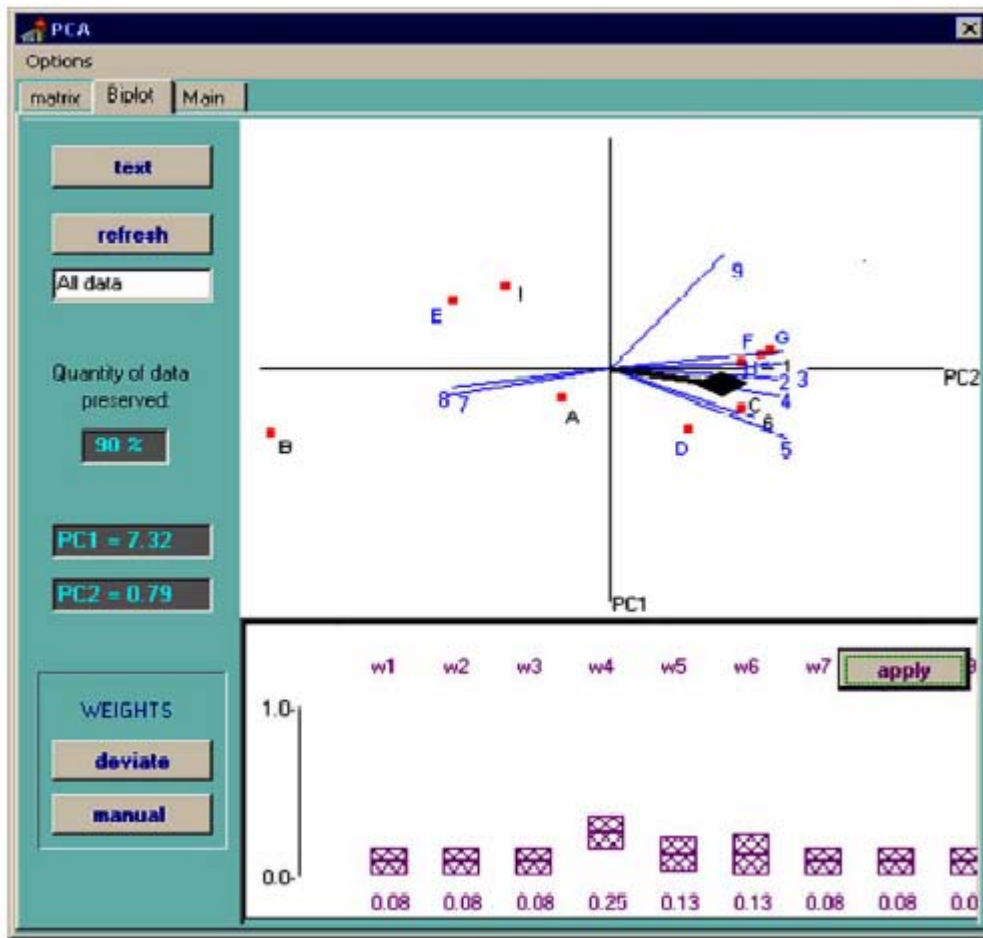


Figura 9:PCA-Plot.

A la figura 9, podem observar el resultat de l'aplicació de PCA-Plot per tal d'avaluar una sèrie d'opcions (A - I) i una sèrie de criteris (1 - 9). Primer que tot cal esmentar que el vector en negreta representa la opció preferida actual, que ve donada pels valors dels pesos. Cadascun dels vectors té un angle respecte els altres que representa el grau de correlació entre les dues opcions, i per tant podem determinar quin és el grau de correlació de cadascun dels criteris amb la opció preferida a partir de l'observació de l'angle del seu vector respecte del preferit. El vector de pesos el tenim alineat amb els criteris 2 - 4, i per tant, aquelles opcions alineades amb aquest seran les preferides.

Tot seguit veurem com la tècnica PCA-Plot ens pot ajudar en els casos en que tenim que diversos experts que analitzen el mateix problema, és a dir, diversos DMs (*Decision Makers*). L'exemple a tractar conté 4 DMs diferents [Hodgkin, 2004].

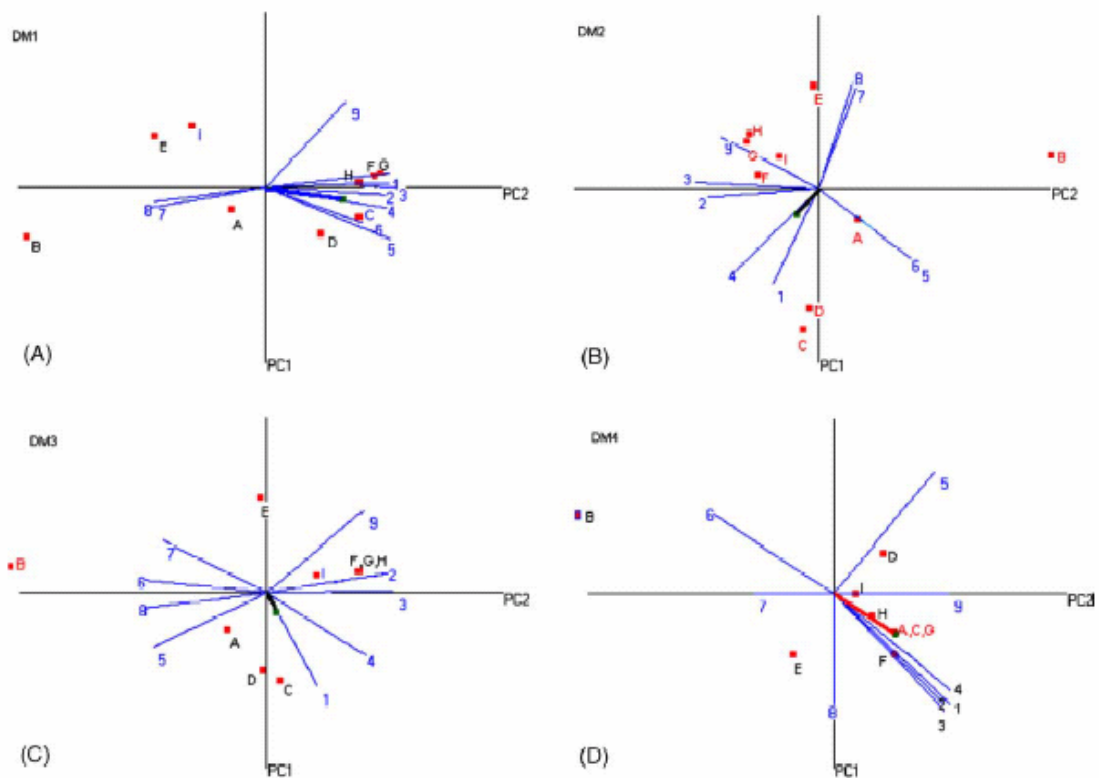


Figura 10: PCA-Plot dels 4 DMs.

A partir de les anteriors representacions es pot observar el següent:

- Els criteris 2 i 3 estan força relacionats per a tots els DMs, al igual que ho estan els criteris 1 i 4.
- Els criteris 5 i 6 estan en conflicte amb els criteris de l'1 al 4 per als DMs 2, 3 i 4.
- El criteri 7 es troba amb conflicte amb els criteris de l'1 al 4 per a tots els DMs, de la mateixa manera que ho està el criteri 8 per als DMs 1, 2 i 3. Els criteris 7 i 8 es troben fortament relacionats per a als DMs 1 i 2, i menys relacionats per a els altres dos.
- El criteri 9 sempre es diferencia de tots els altres, i es troba en una posició intermitja entre els dos grups de criteris anteriorment esmentats.
- Per a tots els DM la opció B es força diferent a tots els demés.
- L'opció E es també diferent a tots els demés, al igual que ho és l'opció A per als DMs 1, 2 i 3.
- Les opcions C i D estan posicionades similarment per als DMs 1, 2 i 3.
- Les opcions F, G i H són properes per a tots els DMs, sent la opció I propera a aquestes per a als DMs 2, 3 i 4.

Un cop fetes els anteriors observacions dels PCA-Plot podríem realitzar les següents operacions:

- Per una banda, hem observat que les opcions F, G i H sempre estan molt properes, i per tant seria interessant agrupar-les en una sola per tal de simplificar la representació, i avaluació d'aquesta. Per tant a partir d'ara les representarem per una opció M (Mitja).
- Donat que les opcions C i D són sempre properes, i que s'ha observat que l'opció D sempre domina a la C decidim eliminar la opció C.

Un cop realitzades les dues operacions anteriors es procedeix a realitzar de nou la representació amb els canvis efectuats, tal i com es mostra a continuació:

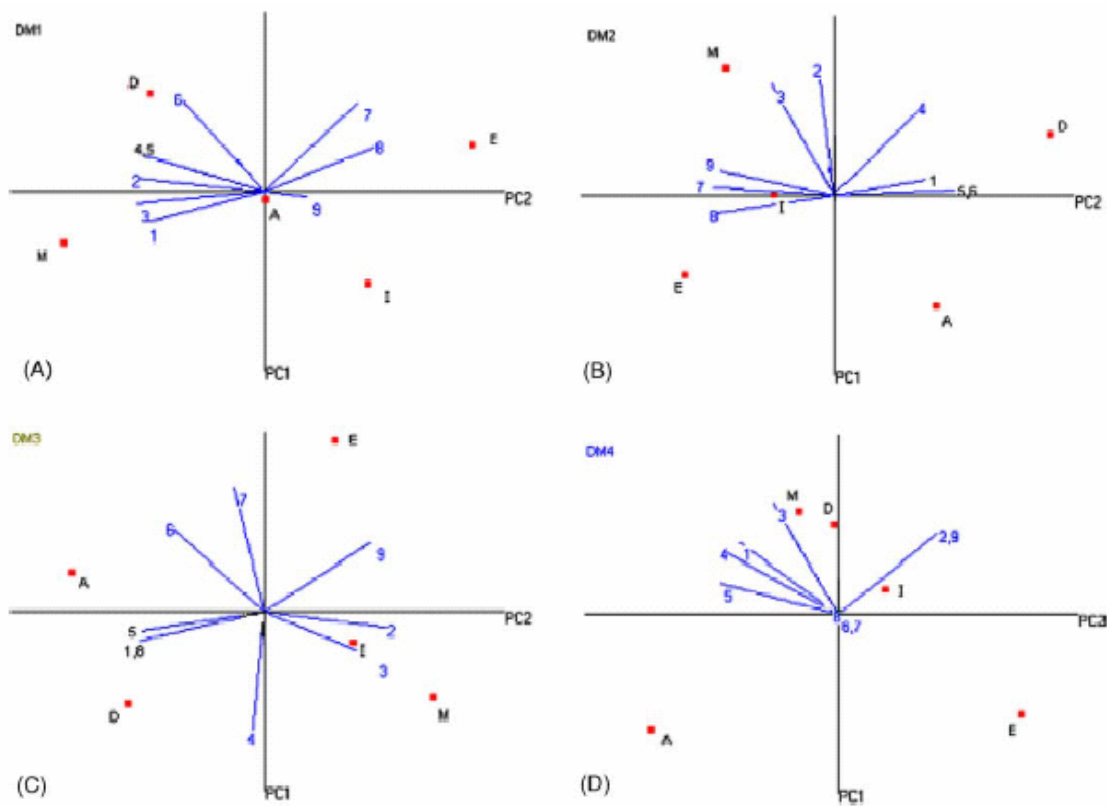


Figura 11: PCA-Plot de les noves classes.

Ara hem obtingut una representació força més clara que ens permetrà discernir sobre els resultats d'una forma més amena i simple.

3.4 Triangle-Plot (Δ -Plot)

El gràfic Δ -Plot mostra quines regions de l'espai de pesos és preferit per a una opció concreta. Denotarem aquestes regions com "regions de preferència" [Hodgkin, 2004]. Per tal de realitzar l'anàlisi esmentat, utilitzarem la següent funció:

$$V(A) = \sum_i^n w_i v_i(A) , \text{ on } \sum_i^n w_i = 1$$

$V(A)$ és el valor total de l'opció A, $v_i(A)$ és el valor de l'opció A en el criteri i .

Per tant la definició formal de la regió de preferència d'A és defineix formalment com:

Una opció A, és potencialment preferida/optima si existeixen valors dels pesos w_i , tals que $V(A) \geq V(B)$ per a totes les altres opcions B. El conjunt de pesos per als quals es compleix, defineixen una sub-regió convexa en l'espai de pesos multidimensional, és anomenat com a regió de preferència d'A.

L'espai de pesos tridimensional es pot representar fàcilment en dues dimensions gràcies a la restricció que obliga a que la suma total dels pesos no pugui ser superior a 1.

Per tal de determinar les regions de preferència s'optimitza una funció mitjançant un programa no lineal. Aquest s'encarrega de determinar per a cada opció A si aquesta es potencialment preferida, mitjançant el següent càlcul:

$$\text{Max } \sum w_i , \text{ subjecte a: } V(B) - V(A) \leq 0 \text{ per a totes les altres opcions } B, \sum w_i = 1.$$

Cal esmentar que aquest càlcul tan sols determina si hi ha un conjunt de pesos factible que satisfaci el requeriment de que la suma sigui la unitat, tal que $V(A) \geq V(B)$. En cas que es compleixi això demostra que l'opció A és potencialment preferida.

En el cas que es vulgui treballar amb un problema que tingui més de 3 criteris, el gràfic Δ -Plot treballarà amb un espai de pesos representat per 3 dels criteris. En el cas de tenir 4 criteris l'usuari tindria que les representacions en triangles serien llesques d'un espai 3D consistent en un tetraedre.

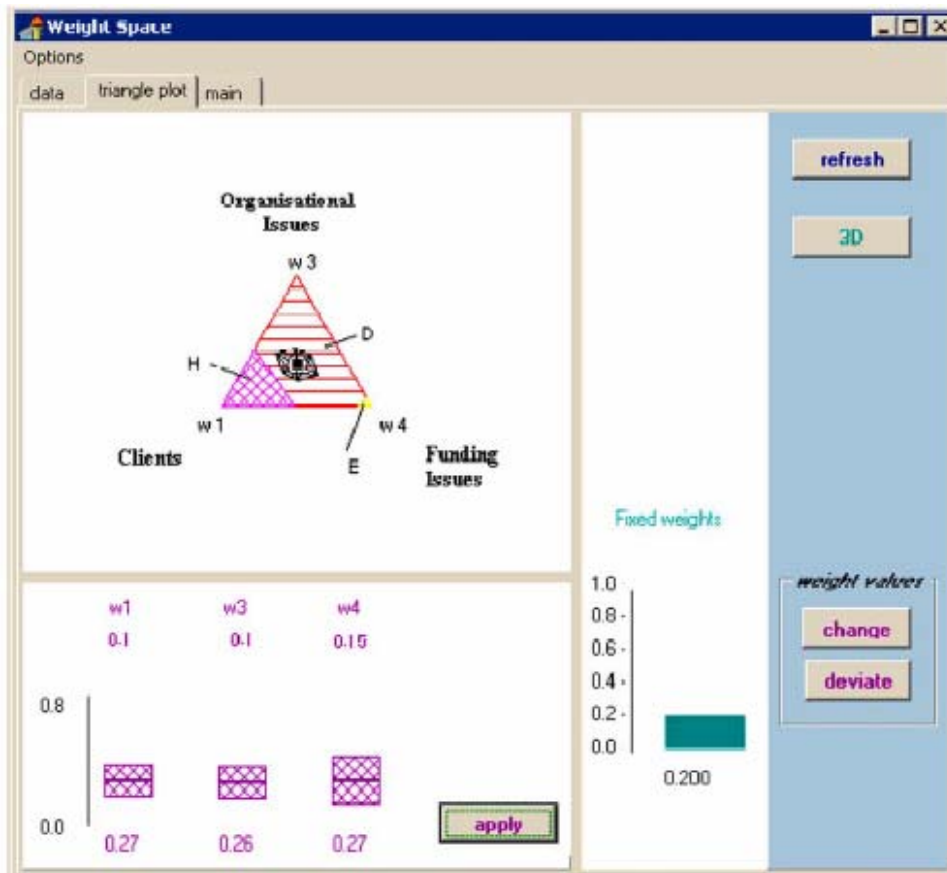


Figura 12: Triangle-Plot.

En la Figura 12 es mostra el resultat obtingut al aplicar Δ -Plot a un espai de 4 pesos usant el software AVID [Hodgkin et. Al., 2004]. La barra de la dreta representa el quart pes que pot ser modificat entre 0 i 1. Per altra banda el punt negre representa la localització dels pesos entre els tres criteris representats en el triangle.

Les tres barres que es troben a la part inferior de la finestra permeten a l'usuari anar variant els pesos per tal de veure quines formes prenen les regions.

Per altra banda també es pot observar que les úniques opcions que són potencialment preferides son D, E i H.

Ara seguirem de nou el cas que havíem estat treballant en el PCA-Plot, en el que teníem quatre DMs diferents, i havíem decidit unir F, G i H en una única opció M, i havíem eliminat l'opció C. Per a aquest cas les representacions corresponents als quatre DMs són les següents:

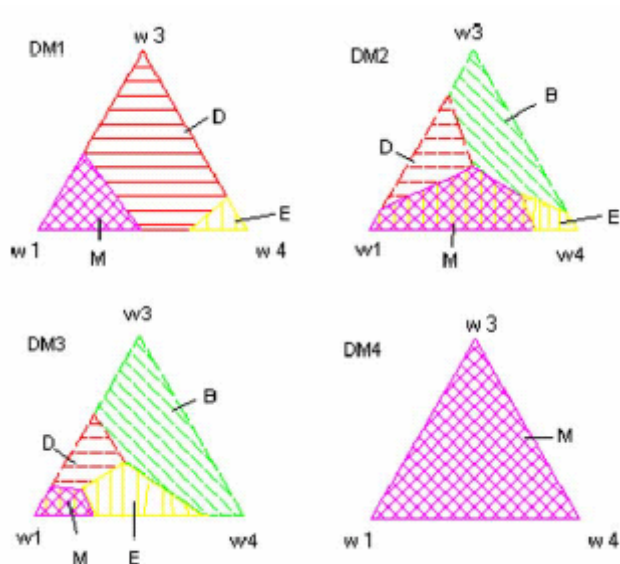


Figura 13: Triangle-Plot per als 4 DMs.

A la Figura 13 es pot observar que:

- L'opció M domina completament a les altres per al DM4, és a dir, per a qualsevol dels valors que es puguin donar als pesos, la opció preferida pel DM4 sempre serà la M.
- A la vegada la opció M es sempre la preferida quan es dona un valor alt al pes w_1 .
- En el DM1 tenim que l'opció D és la preferida a excepció que w_4 tingui un valor molt alt.
- L'opció B es preferida per a valors alts del pes w_3 per als DM 2 i 3.
- etc.

3.5 Sobre el *PCA-Plot* i el Δ -*Plot*

Per tal d'avaluar el sistema AVID, es van escollir dues persones per a que realitzessin un test del *software*. El primer usuari va estar implicat en el desenvolupament del sistema i per tant en coneixia el funcionament, però el segon el desconeixia, i per tant seria útil per tal d'avaluar la facilitat d'aprenentatge de l'ús.

El segon usuari es va sentir confús amb el significat dels dos tipus de *Plots* els primer dia, però en les sessions posteriors ja es va sentir més confiat, malgrat que pel que fa al *PCA-Plot* seguia dient que el trobava confús. En canvi, va considerar que el Δ -*Plot* era molt més fàcil i intuïtiu d'utilitzar, sobretot pel cas en que només tenim tres criteris i per tant només cal utilitzar el model de 2D.

En quant a la utilitat dels dos sistemes, els dos usuaris, van trobar que el *PCA-Plot* era més útil per a tasques heurístiques, mentre que el *Δ -Plot* té una major des d'un punt de vista analític.

El *PCA-Plot* permet tenir una visió ràpida de les dades, ja que en ressalta les característiques principals. Permet identificar ràpidament quines opcions estan posicionades de forma similar, o bé les que estan força diferenciades, o quins criteris estan fortament correlacionats, o bé quins es troben en conflicte.

Per altra banda el *Δ -Plot* és útil per tal de donar una representació clara de la robustesa del producte, alhora que permet identificar quines opcions són les preferides.

Tots dos usuaris van concloure que per a un bon enteniment de les dades mostrades, és necessari la utilització dels dos *Plots*.

4 Sistemes per a mesurar el grau de consens

La cerca del consens per a la presa de decisions en grup és una tasca força habitual. A la Figura 14 es mostra un esquema que representa un esquema general d'un procés de consens en un grup de presa de decisions. En aquest esquema, el moderador té la funció d'avaluar les diferents opinions donades pels experts i ajudar-los a posar-se d'acord en la decisió final [Zadrozny, 1997]. Per fer aquesta tasca es defineixen sistemes per mesurar el grau de consens assolit en un moment donat.

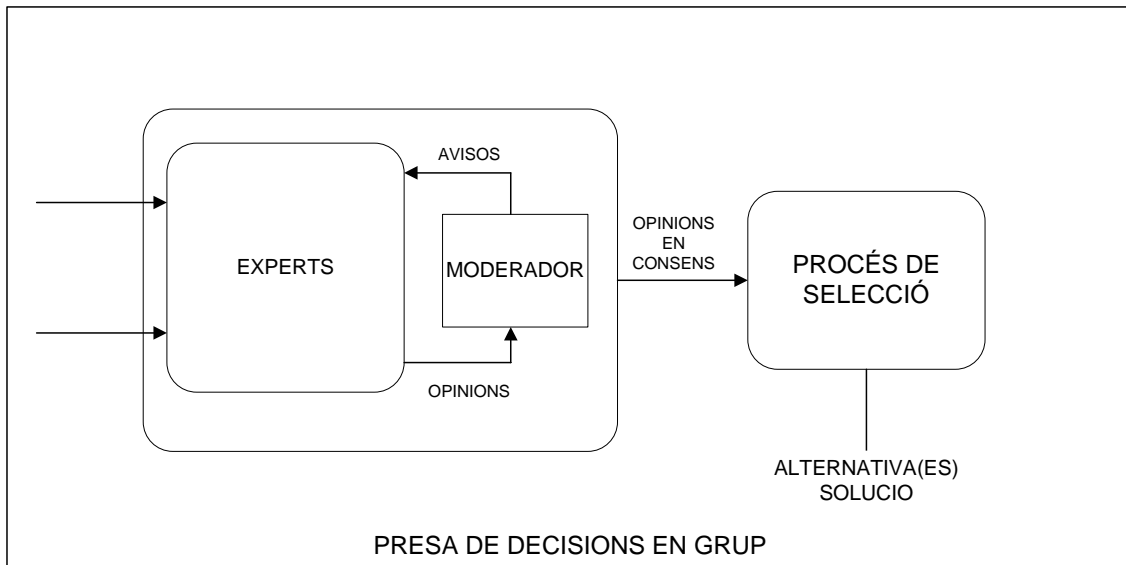


Figura 14: Esquema de la presa de decisions en grup.

El moderador pot tenir en compte dos punts de vista diferents [Herrera et al., 2004]: (1) mesurar el nivell d'acord entre els tots experts, i (2) mesurar la distància a la que es troba un expert respecte de la opinió global del grup. La primera aproximació permet avaluar el nivell si el grup ha arribat a una solució consensuada, mentre que la segona sol ser utilitzada per tal de suggerir als experts quins canvis han de dur a terme en les seves opinions per tal de obtenir el major grau de consens possible. A aquesta segona mesura se l'anomena "Grau de coherència" [Canfora&Troiano,2004], ja que per qualsevol mètode d'agregació s'espera que el resultat sigui coherent amb les opinions dels experts; com més allunyat està un expert menys coherent li semblarà el resultat.

A [Herrera et al., 2004] es presenta un mètode de consens en què els experts utilitzen termes lingüístics per tal de donar les seves opinions. Això, porta una sèrie de problemes, donat que cada expert té diferents nivells de coneixement sobre un camp, i per tant, cadascun d'ells utilitzarà vocabularis diferents per tal d'expressar les seves opinions. En aquest article es defineixen mesures pel cas multi-granular lingüístic, concretament distingeix diferents nivells de:

- Graus de consens: els graus de consens s'utilitzen per tal d'identificar el nivell d'acord entre tots els experts i per tal de decidir quan s'ha d'aturar el procés de consens.

- Mesures de proximitat: les mesures de proximitat s'utilitzen per tal d'avaluar la distància entre les opinions individuals i les opinions d'un grup o de tot el col·lectiu d'experts.

Per cadascuna d'aquestes dues mesures a més de saber el grau global de consens o proximitat, també resulta interessant fer una avaluació parcial d'una alternativa, o d'un parell d'alternatives. Per fer això, es defineixen tres nivells de representació de la informació:

- **Nivell 1:** en aquest nivell tant el grau d'acord entre els experts com la proximitat individual entre experts es calcula per cada possible parell d'alternatives.
- **Nivell 2:** en aquest nivell es calcula el consens entre els experts per cada alternativa per separat, i la proximitat de l'opinió d'un expert respecte del grup també per una alternativa.
- **Nivell 3:** en aquest cas el càlcul es realitza a nivell de totes les alternatives. És a dir, el grau de consens global i la proximitat de l'opinió de cada individu al global, tenint en compte totes les alternatives alhora.

Els valors obtinguts poden ajudar a valorar millor la resposta donada pel sistema d'ajuda a la presa de decisions. Com més consens i grau de coherència entre els experts respecte a la solució obtinguda, més confiança es pot tenir en el resultat doncs disposa de més suport.

Una manera de donar la informació necessària per prendre una decisió consisteix en què l'expert compari totes les alternatives dos a dos, i per cada parell digui quina alternativa prefereix i en quin grau. Aquesta relació de preferència es pot donar de diferents maneres. A [Szmids & Kacprzyk, 2005] s'expliquen les relacions de preferència difuses intuicionístiques i es donen les següents mesures (entre parèntesi indiquem a quin nivell i tipus dels definits anteriorment es corresponen):

- Similitud entre dues alternatives segons l'opinió de tots els experts (no té equivalent)
- Consens entre dos experts per un parell d'alternatives (consens a nivell 1)
- Consens entre dos experts per totes les alternatives (consens a nivell 3)

En aquest cas no és possible calcular el grau de consens a nivell 2 perquè no podem avaluar una alternativa per separat, ja que només disposem de la relació de preferència entre els parells d'alternatives.

5 Explicació en sistemes experts

Els sistemes experts (SE) són sistemes informàtics que simulen el procés d'aprenentatge, de memorització, raonament, comunicació i acció d'un expert humà en qualsevol branca de la ciència [Jackson, 1999].

Aquestes característiques permeten als sistemes experts extraure conclusions lògiques, prendre decisions, y comunicar-se amb els humans per tal d'explicar les decisions preses, sent l'últim punt l'objecte de l'estudi a dur a terme.

Tècnicament un sistema expert conté una base de coneixement conté un conjunt de fets coneguts sobre el funcionament del domini concret, i que s'obtenen de l'experiència acumulada dels experts humans, i un motor d'inferència, que és el programa que s'encarrega de controlar el coneixement per tal de realitzar el raonament.

Aleshores per un problema concret, donats els fets d'entrada, i la conclusió, el motor d'inferència s'encarrega de realitzar el raonament per tal de justificar la conclusió amb els fets d'entrada. Aquest procés de raonament es pot realitzar mitjançant dos mètodes diferents. Un és el conegut com raonament endavant, consistent en anar deduint la conclusió donada a partir dels fets d'entrada, en canvi, el raonament endarrere, consisteix en partir de la conclusió per tal d'intentar justificar-la a partir dels fets d'entrada.

La base de regles d'un sistema expert pot incorporar milers de regles. Per a un humà seria pràcticament impossible realitzar una cerca per totes aquestes regles, i és aquí on entra el paper dels sistemes experts que s'encarreguen de l'avaluació de totes aquestes regles. A més, molts sistemes experts tenen la capacitat d'anar incorporant noves regles o dades al seu coneixement, sense la necessitat de reconstruir el programa, tan sols és necessari afegir la nova regla.

Els SE també necessiten justificar i explicar les accions preses. Per tant, les explicacions són intents per part dels SE de clarificar els raonaments, recomanacions o altres accions preses per aquestos mitjançant la comunicació amb l'usuari, bàsicament utilitzant un sistema de pregunta resposta.

Podem considerar que els principals aspectes que ha de permetre millorar un sistema d'explicacions aplicat a un SE són [Turban&Aronson, 1998]:

- Fer el sistema més intel·ligible per a l'usuari.
- Descobrir els defectes que hi pugui haver en les regles de la base de coneixement, és a dir, permetrà fer un *debugging* per part de l'enginyer de coneixement.
- Explicar situacions incompreses per l'usuari.
- Satisfer a l'usuari en aspectes psicològics al sentir-se aquest més assessorat sobre les decisions preses pel SE.

- Clarificació de les suposicions preses per les operacions del sistema.
- La construcció d'un anàlisi més sensible, permetrà guiar a l'usuari a l'hora de predir els efectes de les decisions preses.

5.1 Tipus d'explicacions

Per tal d'entendre una situació, s'ha d'explicar clarament quin és el rol que juga cada participant, i quines són les seves accions. Per tant s'han de conèixer quins són els objectius de cada participant, quines són les seves intencions i finalment, quin és el seu comportament potencial. Per tant, la construcció d'explicacions pot esdevenir una tasca força complexa, sobretot quan aquesta ha de ser duta a terme per part de màquines. Per aquesta raó, gran part de les explicacions donades per part dels sistemes informàtics, només ofereixen dos tipus bàsics d'explicació: el *per què* i el *com*.

Per als dos tipus de explicacions que es mostren a continuació, s'utilitzaran les dades del següent exemple:

Variables:

- A = tenir 10.000\$
- B = més jove de 30 anys
- C = Educació de nivell universitari
- D = ingressos anuals de com a mínim 40.000\$
- E = invertir en valors segurs
- F = invertir en valors de creixement
- G = invertir en *stocks* d'IBM

Regles:

- R1: si A i C, llavors E.
- R2: si D i C, llavors F.
- R3: si B i E, llavors F.
- R4: si B, llavors C.
- R5: si F, llavors G.

5.1.1 Explicacions de tipus *Per què*:

Un cas típic de pregunta *per què* es formulada per l'usuari quan l'ordinador li demana que introdueixi unes dades. Tenint en compte les regles anteriorment definides, podríem tenir un diàleg com el següent:

- ORDINADOR: Quins són els teus guanys anuals?
- USUARI: Per què? (Per què ho necessites saber?)

L'ordinador mostrarà la regla 2 com a resposta:

ORDINADOR: Per utilitzar la regla 2, necessito saber si els teus guanys són de al voltant de 40.000\$, si és així, i com que sé que tens un títol universitari, conclouré que has d'invertir en valors de creixement. (mirar paper)

El SE demana informació quan no és capaç de trobar informació entrant en la part de les conclusions de cap regla. En el cas esmentant, amb la informació donada, l'ordinador finalment realitza el *backtraking* de la R2 i arriba a la conclusió final.

5.1.2 Explicacions de tipus *com*:

La típica pregunta *com* es realitzada pels usuaris quan ells volen saber com s'ha arribat a una certa conclusió o recomanació. Per tal d'explicar com s'ha arribat a una certa conclusió, el sistema mostra la cadena de regles utilitzada per tal d'arribar a la conclusió. De nou, amb les regles anteriorment definides podem arribar a una explicació com la que segueix:

ORDINADOR: Millorar els *stocks* de IBM.

USUARI: *Com?* (Com 'ha arribat a aquesta conclusió?)

ORDINADOR: Donat que tens 10.000\$ per invertir i a més és més jove de 30 anys, llavors d'acord amb la regla R4 tu tens un títol universitari. Si aquest és el cas, llavors d'acord amb la regla R1, tu has d'invertir en valors segurs. Per a un inversor jove com tu, d'acord amb la regla R3, tu hauries d'invertir en valors de creixement si vols invertir al complet. Finalment, d'acord amb la regla R5, si tu necessites invertir en valors de creixement, IBM és la teva millor opció.

Les explicacions *per què* i *com* mostren les regles tal i com estan programades i no en llenguatge natural. Ara bé, tot i això existeixen alguns sistemes que tenen l'habilitat de mostrar les regles en llenguatge natural.

5.1.3 Altres tipus d'explicacions

Altres sistemes com els anomenats "journalistics", presenten sis tipus de preguntes diferents: *qui*, *què*, *on*, *quan*, *per què* i *com*.

D'altres incorporen altres tipus d'explicacions com són per exemple: *per què no*. Per exemple trobaríem utilitat en aquesta pregunta en el cas següent: quan la màquina respon que el valor d'inversió més interessant és IBM, l'usuari pot preguntar *per què no GE?* I la resposta a la pregunta seria que el percentatge de creixement de GE és tan sols del 7% quan per a IBM és del 11%, i que per tant s'aplica la regla 78.

5.2 Metaconeixement

El coneixement utilitzat per tal d'emmagatzemar com es raona, s'anomena metaconeixement, és a dir, coneixement sobre el coneixement. Amb el metaconeixement podem tenir dos tipus diferents d'explicacions, les anomenades explicacions estàtiques, i les explicacions dinàmiques.

Les explicacions estàtiques són aquelles que han estat previstes pels dissenyadors del sistema i ja han estat redactades. Aquest tipus d'explicacions són difícils de dur a terme en sistemes força extensos, donant que és difícil de preveure totes les possibles respostes que s'hauran de donar a totes les possibles preguntes de l'usuari.

Per altra banda, les explicacions dinàmiques, es construeixen conforme es van avaluant les regles. El problema alhora de donar explicacions es pot trobar tant alhora de donar-les en sistemes que s'indueixen les regles automàticament, pel que normalment aquest tipus de sistemes tan sols mostren les regles i deixen l'explicació en mans de l'usuari.. Alguns dels sistemes que utilitzen explicacions dinàmiques, únicament es limiten a anar mostrant les regles que van sent utilitzades. Els sistemes que incorporen mètodes més sofisticats per tal de donar explicacions, necessitaran que es formalitzin les heurístiques per tal de fer-les compatibles amb les explicacions. Per a la majoria de sistemes és difícil incorporar-hi les explicacions, i per això, [Ye&Johnson, 1995] van crear una categorització dels mètodes d'explicació per als SE, que incloïa els punts següents:

- *Traçat, o línia de raonament*: que es refereix a un registre que conté els passos d'inferència duts a terme per part del SE per tal d'arribar a una conclusió.
- *Justificació*: que és una descripció explícita de l'argument o relació de causa que es troba darrera de cada pas d'inferència dut a terme pel SE.
- *Estratègia*: es tracta de una estructura que conté les metes en alt nivell i que determina com el SE ha d'utilitzar el seu domini de coneixement per tal d'acomplir la tasca.

6 Sistemes basats en argumentacions

Una altra aproximació utilitzada per donar explicacions a l'usuari és la que es basa en la Teoria de l'Argumentació. El sistema, en el moment d'arribar a una conclusió, comença a utilitzar argumentacions per tal d'incrementar la credibilitat en la conclusió donada. Els arguments donats es basen en presentar les evidències relacionades amb la conclusió en un format estructurat.

Per tal d'entendre els sistemes de presa de decisions basats en arguments el primer que haurem definiré què és argumentar.

Teoria de l'argumentació:

L'argumentació pot ser entesa com un procés, una funció, un procediment o una estructura [Dickinson, 1998]. El primer punt de vista consisteix en entendre l'argumentació com un raonament, ja que el raonament es pot entendre com un "procés" cognitiu que implica un "procés" de comunicació a nivell social. La "funció" de l'argumentació és aconseguir un entendiment mutu, de manera que es pugui arribar a una conclusió o decisió comú, consensuada per les diferents parts implicades. En quant a "procediment", l'argumentació consisteix en un diàleg entre l'usuari i el sistema. Per tal de comunicar-se amb l'usuari s'han determinat una sèrie de tipus de diàlegs, caracteritzats per una sèrie de normes de comunicació que defineixen com es realitzarà la interacció amb l'usuari. Finalment, l'argumentació es pot entendre en termes estructurals. En aquest darrer cas, Toulmin [Toulmin, 1958] defineix l'estructura d'un argument que està formada per 6 elements. La Figura 15. mostra l'estructura d'argumentació de Toulmin.

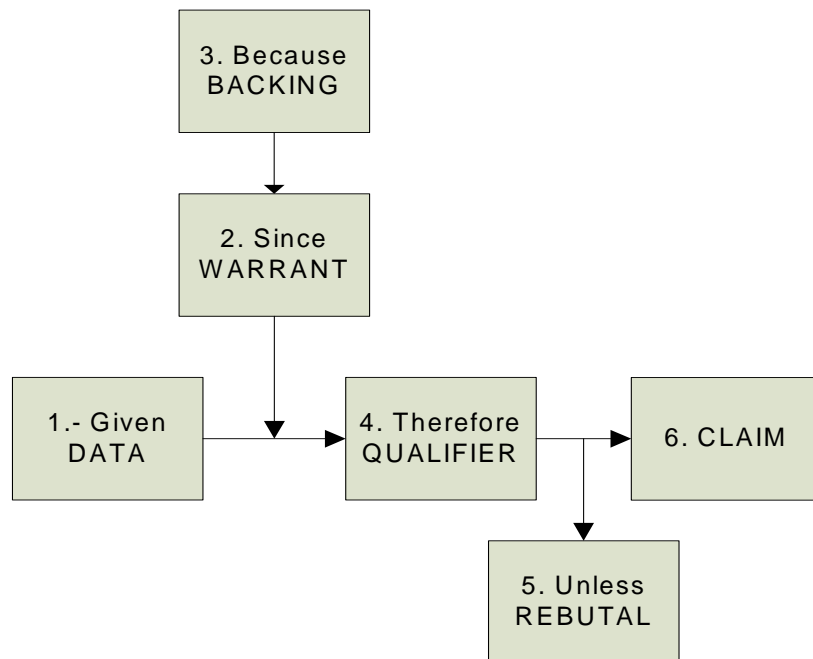


Figura 15: Estructura d'argumentació de Toulmin

Els elements de l'estructura d'argumentació de Toulmin són:

- **Claim:** conclusió extreta.
- **Data:** dades o fets concrets a partir dels quals es pot extreure una conclusió.
- **Warrant:** coneixement necessari per realitzar les justificacions.
- **Backing:** informació general o experiència utilitzada per tal de validar les explicacions.
- **Qualifier:** grau de confiança que es té sobre la conclusió donada.
- **Rebuttal:** excepcions per a les quals la conclusió no seria certa.

Un cop s'ha donat una conclusió a l'usuari, aquest pot començar a realitzar preguntes al sistema. El procés per respondre a les preguntes conté tres fases:

- 1.- Identificació dels diferents elements de l'espai d'explicacions que son requerits per tal de respondre a la pregunta de l'usuari.
- 2.- Obtenció de la informació.
- 3.- Presentació de la informació de forma apropiada.

A continuació es mostren 2 exemples de com utilitzar l'estructura d'argumentació de Toulmin en sistemes d'ajuda a la presa de decisions mèdiques.

6.1 El sistema WOZ

El sistema WOZ [Shankar&Musen, 1999] proposa la utilització d'arguments per tal de justificar les decisions preses per part d'un sistema mèdic d'ajuda a la presa de decisions, anomenat EON. La idea de la utilització d'arguments en aquest sistema ve donada pel fet que en la conversació humana sempre es donen explicacions basades en arguments a l'hora de justificar quelcom.

El sistema (WOZ), en essència, s'encarrega d'oferir justificacions per a les conclusions obtingudes pel sistema basat en el coneixement (EON). Quan el sistema arriba a una conclusió, i aquesta es qüestionada per l'usuari, el sistema permet establir un "diàleg" amb l'usuari, per tal de poder presentar diferents informacions a aquest per tal de donar-li una explicació persuasiva.

WOZ és un sistema multi-agent [Wooldriedge, 2002], que s'encarrega de valorar quina informació serà necessària per tal de justificar les conclusions obtingudes per EON.

Per tal d'entendre que és un sistema multi-agent, primer haurem de definir què és un agent. Malgrat que no existeixi una definició formal i precisa del què és un agent, aquestos poden ser vistos com a entitats intel·ligents, equivalents en termes computacionals a un procés del sistema operatiu, que existeixen dins d'un cert context o ambient, i que són capaços de comunicar-se entre ells mitjançant un sistema de xarxa o altres protocols de comunicació. A partir d'aquesta breu definició podrem veure que un sistema multi-agent ve a ser un sistema distribuït en el que els diferents nodes o elements són sistemes poden ser sistemes intel·ligents, o bé amb la conducta combinada de tots ells es pot obtenir un comportament del conjunt intel·ligent.

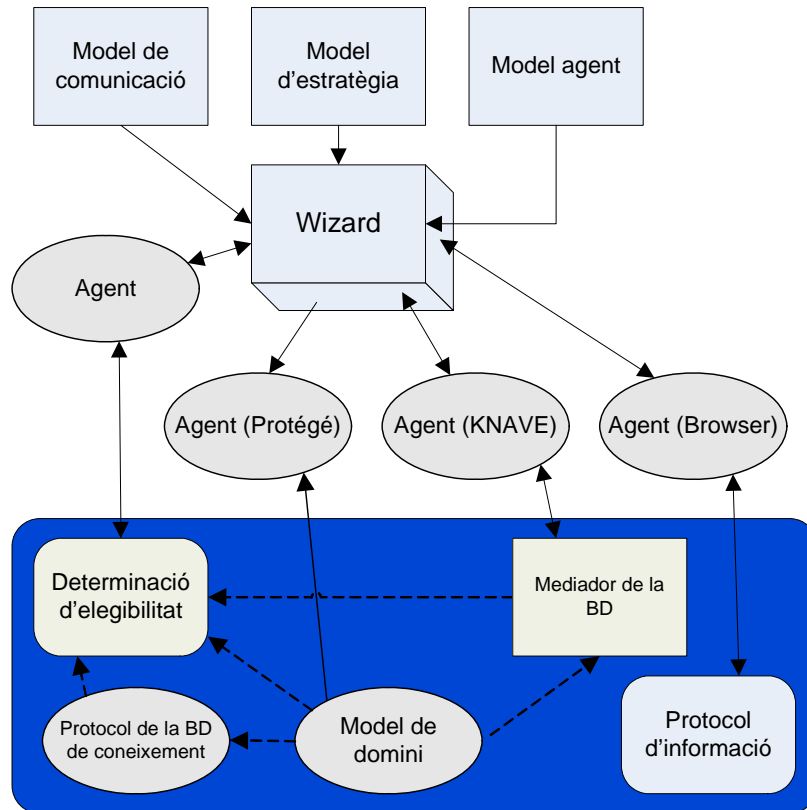


Figura 16: Components de EON-WOZ

Els components d'EON són mostrats dins del requadre blau de la Figura 16. Aquests components interactuen entre ells per tal de proporcionar ajuda a la presa d'una decisió. Per altra banda la resta de components són els que formen part de WOZ. Aquests són una sèrie d'agents intel·ligents cadascun dels quals té una interfície gràfica (cosa que els permet presentar informació utilitzant gràfics i vídeo), i decideix quina informació serà necessària per tal d'argumentar les conclusions.

Els agents encarregats de les argumentacions es troben associats amb els diferents components de EON, per tal d'obtenir dades de baix nivell d'aquests, i a partir d'aquestes formular les argumentacions. Finalment el motor de l'explicació és un agent anomenat *wizard* que s'encarrega d'escollir quines de les argumentacions seran les necessàries per respondre a la pregunta de l'usuari.

Tant els models d'explicació com el sistema d'adquisició del coneixement utilitzen un software dissenyat per construir models de coneixement anomenat Protégé.

El sistema WOZ utilitza dos tipus d'arguments per tal de tal de realitzar l'explicació mitjançant el model de *Toulmin*, els meta-arguments i els arguments concrets. Els meta-arguments proporcionen un model abstracte de com usar l'estructura de Toulmin per al cas de les conclusions donades per EON. Per altra banda els arguments concrets són els que es donaran en un cas concret per tal de justificar una conclusió, per tant, per tal d'explicar un cas concret es substitueix part de la informació dels meta-arguments amb

informació concreta de l'argument actual. Ens trobaríem amb un cas de relació classe-instància. Per tant l'estratègia del procés d'explicació consisteix en tenir un conjunt de meta-arguments, on cada conjunt és utilitzat per a cada tipus de conclusió, i per tal de realitzar una justificació, el que es realitza és anar concretitzant els meta-arguments durant el procés d'explicació, tal i com es representa a la Figura 17.

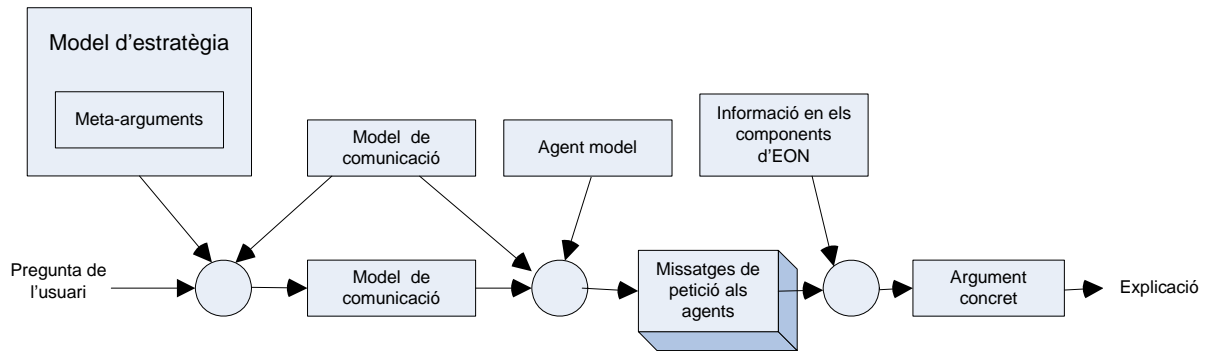


Figura 17: Esquema d'explicació WOZ

Exemple de funcionament de WOZ

Per tal de mostrar el comportament del sistema, tot seguit mostrem un diàleg entre el sistema i un usuari. L'usuari demana a WOZ quin es el nivell de plaquetes del pacient, i llavors WOZ determina la elegibilitat de un pacient mèdic per al seu nivell de plaquetes, i a partir del resultat obtingut, mostra les dades referents als nivells de plaquetes del pacient. Un cop mostrades les dades, l'usuari realitza una sèrie de preguntes sobre el resultat mostrat.

Usuari: l'usuari demana que es mostrin les dades utilitzades per tal de comptabilitzar el nivell de plaquetes.

Llavors l'agent *Wizard* rep els detalls de la petició. Aquest reconeix que la determinació del nivell de plaquetes pertany a la classe de puntuacions d'elegibilitat. Per tant, escull el meta-argument corresponent a l'elegibilitat de puntuació de la base de coneixement, i consulta a l'agent corresponent a la base de coneixement, per tal de que li proporcioni la informació identificada en el meta-argument. En aquest moment, l'agent *KNAVE* s'encarrega d'omplir les dades corresponents a la quantitat de plaquetes per tal de que l'agent *Wizard* pugui utilitzar aquesta informació per tal de respondre a l'usuari.

WOZ: Mostra el missatge proporcionat per l'agent *KNAVE*, que ens diu que el pacient té un nivell de plaquetes de 250.000/mm³.

WOZ: Dóna la resposta per tal de informar sobre el nivell de plaquetes.

Usuari: Demana que s'expliqui l'elegibilitat per al criteri del nivell de plaquetes. L'element *warrant* de l'argument concret per al nivell de plaquetes és omplert per l'agent *Protégé*. El sistema WOZ s'aprofita de l'element *warrant* per tal de respondre a l'usuari.

WOZ: Mostra la presentació de la informació proporcionada per l'agent Protégé que indica que: “el nivell de plaquetes hauria de ser $> 75.000/\text{mm}^3$ ”, i que la suposició que es realitza sobre les dades no obtingudes és que aquest nombre de plaquetes és vàlid si les dades que es ténen del pacient són de menys de dos setmanes, i que el nivell és elegible si es troba dins del rang.

Usuari: Demana més informació sobre el criteri d'elegibilitat.

L'element *backing* de l'argument concret del criteri sobre el nivell de plaquetes és omplert per l'agent *Browser*.

WOZ: Mostra la presentació de l'agent *Browser* sobre el protocol amb el text que descriu el criteri sobre el nivell de plaquetes.

6.2 Arguments en la presa de decisions basats en la evidència

Aquest tipus de argumentacions es coneixen com EBDM (Evidence-based Decision-making). Actualment aquests sistemes estan sent utilitzats principalment en el camp de la medicina [Holbrook et al., 2001], encara que també s'estan utilitzant en altres camps com l'enginyeria.

L'emergència d'aquest tipus de sistemes ve donat pel fet que les decisions han de ser preses de forma explícita i pública, i per tant, aquells que prenen les decisions necessitaran ser capaços de concloure i descriure l'evidència en la que la decisió està basada.

En el cas de la medicina, [Holbrook et al, 2001] defensa que l'ús de EBDM per planificar i donar serveix mèdics és el camí per arribar a un sistema de salut òptim en quant a la relació cost-efectivitat. S'esmenta, també, que actualment s'està dedicant molt de temps i recursos a la informatització del sistema sanitari, concretament en desenvolupar sistemes de support a la decisió basats en l'evidència.

[Dickinson, 1998] proposa explicar les conclusions obtingudes per un sistema mèdic mitjançant justificacions, considerant les justificacions com a una sèrie de regles definides, ja siguin principis o relacions utilitzades per tal de validar una conclusió obtinguda a partir d'unes dades observades

Tot seguit tractarem un exemple proposat a [Dickinson, 1998]. En aquest exemple es mostra un cas mèdic en que a un pacient (Jack) li es detectat un càncer de pàncrees força desenvolupat pel que es seu tractament consistirà en l'administració de morfina per tal de pal·liar el dolor. Generalment el càncer de pàncrees no presenta símptomes fins que aquest es troba força desenvolupat. Això fa que fa que generalment, quan es detecta, ja es troba en una fase molt avançada i ja no hi ha tractament possible. El cas d'en Jack és molt útil per tal de mostrar el funcionament del sistema, donat que la resposta lògica del pacient al doctor en el moment de dir-li que no s'aplicarà cap tractament per tal d'intentar guarir el càncer, sinó que l'únic que es realitzarà serà l'administració de morfina per tal de pal·liar el dolor, serà demanar per quin motiu no s'intenta guarir la seva malaltia. És en aquest punt on el sistema hauria de donar una justificació per a la decisió presa.

La Figura 18 mostra el procés de raonament del sistema.

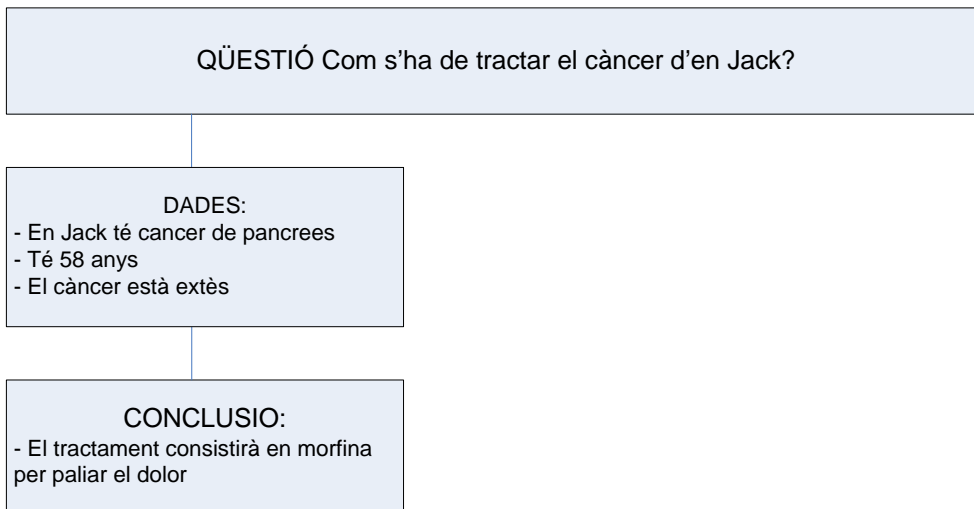


Figura 18: Elaboració d'una conclusió.

Donada aquesta resposta, normalment el pacient es faria la pregunta de per què no es dura a terme cap tractament per tal de curar la malaltia, i és llavors quan el sistema donarà com a resposta una justificació (WARRANT).

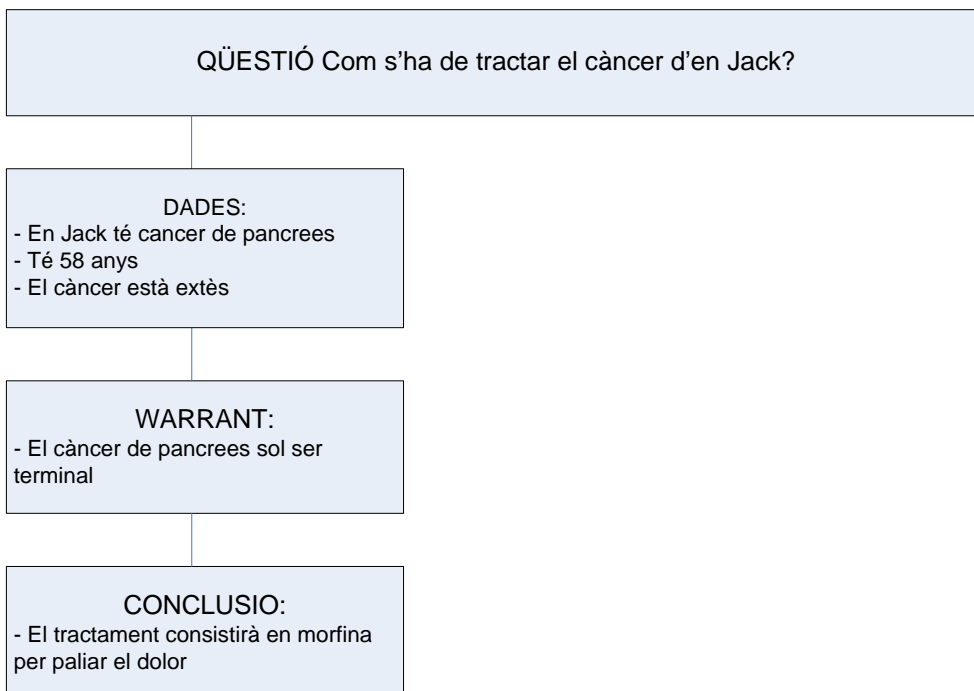


Figura 19: Funcionament del Warrant.

Un cop més l'usuari es preguntarà que per quina raó s'ha arribat a la conclusió de que el càncer és terminal, i llavors el sistema donarà suport a la seva resposta mitjançant el BACKING.

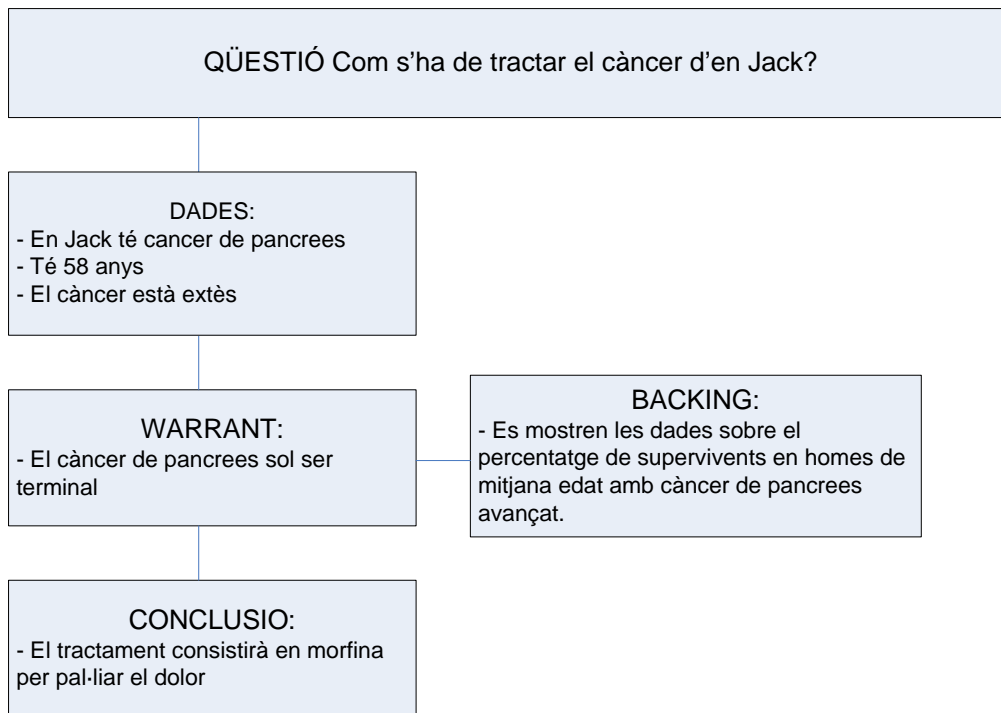


Figura 20: Funcionament del Backing.

I finalment el sistema mostra a partir de quines dades s'ha arribat a la conclusió de que l'únic tractament a dur a terme és l'administració de morfina per tal de pal·liar el dolor.

7 Conclusions

Durant aquest estudi s'han trobat un nombre considerable de tècniques per a l'ajuda a la presa de decisions. Aquestes tècniques són força diferents entre elles, permetent cadascuna d'elles aprofundir en diferents aspectes de la presa de decisions. El fet que aquestes tècniques siguin força diferents entre elles, fa que en molts casos no es puguin combinar, fet que explica que en els casos estudiats no s'hagin trobat sistemes que utilitzin diverses d'aquestes tècniques alhora.

Després de l'estudi se'ns plantegen diverses qüestions sobre el vertader ús que poden tenir aquestos sistemes.

En primer lloc hem de determinar quin és el millor moment del procés de presa de decisions per incloure informació explicativa a l'usuari. Es pot fer pas a pas o bé al final del procés.

En segon lloc cal preguntar-se si el que aconseguirem realment és reafirmar les decisions, o bé, fer que l'usuari desconfiï més dels resultats que obté.

Cal veure també si aconseguirem ressaltar quelcom nou, és a dir, si ajuda a realitzar un estudi en més profunditat, i si aquest és realment necessari.

Finalment, caldria saber si s'ajuda a l'usuari a realitzar un estudi més profund o bé si tanta informació fa que l'usuari es vegi desbordat i acabi fent un anàlisi superficial de la informació que rep, i per tant, no sigui de gran ajuda.

Aquestes qüestions determinen quines hauran de ser les característiques dels nous sistemes per tal de proporcionar una ajuda cada cop més útil, que permeti als usuaris entendre realment el problema a tractar, i quines són les raons per les quals s'ha de prendre una certa opció o conclusió com a definitiva, amb l'ajuda informació de la major qualitat possible.

8 Bibliografía

- [Belton&Steward, 2003] V. Belton, T. J. Stewart, *Multiple Criteria Decision Analysis An Integrated Approach*, Kluwer Academic Publishers.
- [Canfora&Troiano, 2004] G. Canfora, L. Troiano, *A model for opinion agreement and confidence in ME-MCDM*, *Mathware and Soft Computing*, vol.11(2-3), pp.67-82.
- [Condon et al., 2003] E. Condon, B. Golden, E. Wasil, *Visualizing group decisions in the analytic hierarchy process*, *Computers & Operations Research*, vol.30, pp.1435-1445.
- [Dias, 2000] L. C. Dias, J. N. Clímaco, "Additive Aggregation with Variable Interdependent Parameters: the VIP Analysis Software", *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 51, No. 9, pp. 1070-1082, 2000.
- [Dickinson, 1998] Harley D. Dickinson, *Evidence-based decision-making: an argumentative approach*, *International Journal of Medical Informatics*, n.51, pp.71-81.
- [Giarratano&Gary, 2001] J. Giarratano, G. Riley, *Sistemas expertos principios y programación*, International Thomson, 2001.
- [Herrera et al., 2004] E. Herrera-Viedma, L. Martínez, F. Chiclana, L. G. Pérez, *Consensus Measurements in Multi-granular Linguistic Group Decision-making*, MDAI 2004, Barcelona (Spain). Lect. Notes in Artificial Intelligence 3131, pp.194-204.
- [Hodgkin et al., 2005] J. Hodgkin, V. Belton, A. Kolouri, *Supporting the intelligent MCDA user: A case study in multi-person multi-criteria decision support*, *European Journal of Operational Research*, n.160 pp.172-189.
- [Holbrook et al., 2001] A. Holbrook, K. Keshavjee, V. Janjusevic, *Evidence-based Decision-making in the Era of Electronic Health Records*, e-Health Conference, 2001.
- [Jackson, 1999] P. Jackson, *Introduction to expert systems 3rd ed.*, Addison-Wesley 1999.
- [Sahnkar&Musen, 1999] R. D. Shankar, and M. A. Musen, *Justification of Automated Decision-Making: Medical Explanation or Medical Argument?*
www.amia.org/pubs/symposia/D005566.PDF (1999)
- [Szmidt&Kacprzyk, 2005] E. Szmidt, J. Kacprzyk, *A new concept of similarity measure for intuitionistic fuzzy sets and its use in group decision making*, Lecture Notes in Artificial Intelligence, in press.

- [Toulmin, 1958] Toulmin S., *The uses of argument*, Cambridge University Press, Cambridge MA, 1958.
- [Turban&Aronson, 1998] E. Turban, J. E. Aronson, *Decision support systems and intelligent systems*, Ed. Prentice Hall.
- [Wooldridge, 2002] Wooldridge, M., *An introduction to multiagent systems*, John Willey & Sons, 2002
- [Zadrozny, 1997] S.Zadrozny, An approach to consensus reaching support in fuzzy environments. In Kackprzyk, Nurmi and Fedrizzi (eds.) *Consensus under Fuzziness*, Kluwer Academic Publ., pp.83-109, 1997