
PROJECTE FINAL DE CARRERA

Enginyeria en Informàtica



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI



Sistema Multi-Agent de Recomanació d'activitats turístiques i d'oci.

Montserrat Batet Sanromà
montserrat.batet@estudiants.urv.es

Directora del projecte:
Aïda Valls Mateu

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE)
Universitat Rovira i Virgili (URV)
<http://www.etse.urv.es>

Curs 2003-2004

TAULA DE CONTINGUTS

1	INTRODUCCIÓ	5
1.1	Objectiu	5
1.2	¿Què cal tenir en compte en sistemes recomanadors?	5
2	SISTEMES RECOMANADORS	8
2.1	El perfil d'usuari	8
2.1.1	Representació del perfil de l'usuari	8
2.1.2	Generació inicial del perfil	11
2.1.3	Tècniques d'aprenentatge del perfil	12
2.1.4	Tècniques d'adaptació del perfil d'usuari	14
2.2	El sistema de recomanació	16
2.2.1	Avantatges i inconvenients de cada aproximació	16
2.2.2	Sistemes híbrids	18
3	EL CAS DE LA RECOMANACIÓ CULTURAL A TURISTES	19
3.1	Descripció del sistema	19
3.2	Agents y sistemes multiagent (SMA)	20
3.2.1	Propietats dels agents	20
3.2.2	Tipus d'agents	21
3.2.3	Arquitectures d'agents	21
3.2.4	Beneficis d'un SMA	22
3.2.5	Especificació FIPA de la gestió d'agents	22
3.2.6	El llenguatge de comunicació entre agents	23
3.2.6.1	Components d'un missatge	23
3.2.6.2	Protocols de comunicació	25
3.3	¿Per què un SMA?	26
3.4	Domini	26
3.5	Arquitectura del sistema	27
3.6	Comunicació entre agents	32
3.6.1	Protocol	32
3.6.2	Ontologia	33
3.6.2.1	Objectes	33
3.6.2.2	Accions	40
3.7	Vocabulari utilitzat	43

4	JADE	45
4.1	Plataforma d'agents	46
4.2	Agents	46
4.3	Llenguatge de comunicació	46
4.4	Comportaments	46
4.5	Ontologia	47
4.6	Protocols de comunicació	48
4.6.1	Protocol FIPA Request	48
4.6.2	Protocol FIPA Query	49
4.6.3	Protocol FIPA Contract Net	49
4.6.4	Classes proporcionades	50
4.7	Eines de desenvolupament JADE	50
4.7.1	RMA	50
4.7.2	Sniffer	51
4.7.3	Dummy Agent	52
4.7.4	El Instrospector Agent	52
4.7.5	El DF	52
5	EL SISTEMA RECOMANADOR A TURISTES	54
5.1	Representació del perfil d'usuari	54
5.1.1	Dades del perfil d'usuari	54
5.2	Generació del perfil inicial	55
5.2.1	Dades del formulari	55
5.3	Actualització o aprenentatge del perfil d'usuari	56
5.3.1	Actualització explícita del perfil a través de valoracions de l'usuari	56
5.3.2	Actualització implícita del perfil a través de cerques de l'usuari	57
5.4	Adaptació del perfil d'usuari	58
5.5	Recomanacions	59
5.5.1	Recomanacions personalitzades o basades en el contingut	59
5.5.2	Recomanacions per grups o col·laboratives	61
5.5.3	Filtrat de les recomanacions	63
5.5.4	Obtenció de termes qualitatius	64
5.5.5	Funcions de negació	65
5.5.6	Funció de distància	67
6	EL SISTEMA DE CERQUES	68
6.1	Descripció	68
6.2	Procés de cerca	69

7	DISSENY DE LA BASE DE DADES	71
7.1.1	Contingut de la base de dades de l' agent Recomanador	71
7.1.2	Bases de dades locals	72
8	MANUAL D'ÚS	74
8.1	Enggada del sistema	74
8.2	L'agent Personal	74
8.2.1	El procés de recomanació	76
8.2.2	El procés de cerca	76
8.3	L'agent Recomanador	78
8.3.1	Els agents d'Activitat	80
9	JOC DE PROVES	88
9.1	Cerques	90
9.2	Recomanacions	91
9.3	Informació obtinguda	94
10	TREBALLS FUTURS	95
11	VALORACIÓ	96
12	REFERENCIAS	97

1 INTRODUCCIÓ

La gran quantitat d'informació que cal manegar per trobar aquells elements que suscitin el nostre interès, provoca que acabem necessitant molt de temps per trobar allò que desitgem degut a un excés d'informació que ens resulta difícil de clarificar. Comprar un producte entre els milions de productes que s'ofereixen en comerç electrònic, llegir notícies que siguin del nostre interès entre totes les notícies internacionals o simplement obtenir informació de les pel·lícules que més ens agraden pot resultar una tasca laboriosa. Els sistemes recomanadors sorgeixen com a solució a aquest problema.

Un sistema de recomanació rep informació de l'usuari sobre els ítems en els que està interessat i li recomana aquells que són propers a les seves necessitats. Els sistemes de recomanació integren tècniques que personalitzen les recomanacions basades en el comportament de l'usuari. Aquestes tècniques es troben més enllà de la simple petició d'informació d'un element, i el seu estudi, constitueix actualment un camp important de investigació.

1.1 Objectiu

L'objectiu d'aquest projecte és realitzar un estudi profund dels sistemes de recomanació existents i dissenyar un recomanador per activitats turístiques i incorporar-lo en un prototipus basat en la metodologia de sistemes multi-agent (SMA). El sistema multi-agent permeten treballar de forma distribuïda i permeten una comunicació eficient.

Aquest prototipus permetrà realitzar diferents tipus de recomanacions d'activitats i es podrà ajustar el grau de rigidesa amb que es volen realitzar les recomanacions. També es podran realitzar cerques d'activitats d'un o varis tipus d'activitat, tenint la possibilitat d'afegir, a més, restriccions a aquestes cerques. Es disposarà, per tot això, d'una interfície per a l'usuari que li permetrà introduir les seves dades o modificar-les i fer peticions de cerques d'activitats i de recomanacions.

Una altre objectiu ha estat desenvolupar un prototipus millorat d'altres prototipus creats per a projectes finals de carrera anteriors. El nostre prototipus disposarà d'una gamma molt més àmplia de tipus d'activitats, a més es faran millores molt importants en quant a obtenir recomanacions. Per una banda, les recomanacions es faran usant tècniques desenvolupades de sistemes recomanadors i de conceptes d'intel·ligència artificial, i per l'altra banda s'implementaran varies d'aquestes tècniques per a poder fer una comparació entre elles.

1.2 ¿Què cal tenir en compte en sistemes recomanadors?

En el disseny d'un sistema recomanador cal tenir en compte molts aspectes relacionats principalment amb la representació dels perfils d'usuari i amb la manera en que es realitzarà el procés de recomanació. A continuació es mostren els aspectes més importants a tenir en compte. Concretament cal decidir:

- Com representar i emmagatzemar les dades del perfil d'usuari. Existeixen diferents tècniques per representar el model d'usuari, com es detallarà més endavant en aquest document. Se'n parlarà a la secció 2.1.1.

- Quines han de ser les característiques que ens interessa emmagatzemar de l'usuari: interessos i preferències i/o dades demogràfiques, etc. Se'n parlarà a la secció 2.1.1.
- A priori no es té coneixement dels usuaris (*Startup problem*). S'ha de decidir com es solucionarà aquest problema. Se'n parlarà a la secció 2.2.1.
- La manera d'obtenció de les dades. Aquestes poden ser obtenies de manera implícita (inferint els interessos i preferències a partir del coneixement del domini) o explícita (obtenint les dades directament de l'usuari). Se'n parlarà a la secció 2.1.2.
- Si mantindrem grups d'usuaris. Si hi són, cal tenir en compte quina classificació es farà dels usuaris, i de quina mida seran els grups. Se'n parlarà a la secció 2.1.3.
- Els continguts d'una recomanació. Poden ser des de un sol bit fins anotacions textuais no estructurades.
- Com guardar, actualitzar i esborrar informació obtinguda explícitament i implícitament. Se'n parlarà a la secció 2.1.4.
- Com aprendre o adaptar els interessos i preferències dels usuaris. Se'n parlarà a la secció 2.1.4.
- La tècnica de recomanació a utilitzar. Existeixen múltiples tècniques per realitzar una recomanació. Es poden predir interessos i preferències d'usuaris individuals basats en informació pròpia de l'usuari o basats en els usuaris similars, i en suposicions sobre subgrups homogenis (estereotips). Se'n parlarà a la secció 2.2.
- Quin és el domini de la recomanació. És important definir en quin domini o àmbit es mouran las recomanacions d'un determinat sistema recomanador. En aquest àmbit és important estudiar el volum d'ítems amb el que hem de treballar. No és el mateix treballar amb pocs ítems que no pateixen modificacions en un interval de temps mitjà o gran, com per exemple les pel·lícules de la cartellera d'un cinema, que amb grans volums d'ítems que canviaran ràpidament, com per exemple, les notícies a nivell internacional.
- La rapidesa amb la que el sistema recomanador ha de poder fer les noves recomanacions. Usant l'exemple anterior, el sistema que recomana pel·lícules d'una cartellera que es modifica un cop per setmana no ha d'actualitzar-se amb la mateixa velocitat que ho fan milers de notícies en poques hores.
- Quan realitzar l'adaptació del perfil d'usuari, depenent del domini i de la velocitat de recomanacions necessària.
- Qui ha de realitzar les recomanacions i per què. Si les recomanacions es fan en grups d'usuaris amb característiques similars pot passar que alguns usuaris generin muntanyes de recomanacions que després seran positives per als seus interessos, ja que el sistema estarà entrenat per complaure els gustos d'aquests. Però per a la resta d'usuaris, que hauran generat poques recomanacions probablement diferents, les recomanacions generades pels usuaris anteriors els afectaran negativament.

- Com incentivar als usuaris per a obtenir les seves dades i així poder realitzar recomanacions. En alguns casos el fet d'obtenir recomanacions haurà de tenir alguna mena d'incentiu, per exemple, obligar a fer recomanacions abans d'obtenir-ne una per un mateix, o oferir alguna compensació econòmica. Se'n parlarà a la secció 2.2.1.
- Com tenir cura de la consistència, seguretat i privadesa del contingut del model d'usuari. La privadesa és un aspecte important a tenir en compte. En moltes ocasions els usuaris no volen que els seus hàbits o interessos siguin coneguts per tothom. Tenint en compte en quin grau poden recelar els usuaris en el moment d'indicar la seva identitat, les recomanacions poden ser anònimes, es poden usar pseudònims o es poden etiquetar amb la identitat real del usuari.

Aquest document està estructurat de la manera següent: en el capítol 2 es realitza, en la secció 2.1, una introducció al perfil d'usuari, es parla de com representar els perfils, de la generació inicial del perfil i de tècniques d'aprenentatge i adaptació; en la secció 2.2 es parla dels Sistemes de Recomanació; a partir d'aquí ens centrarem en el treball realitzat per a aquest projecte de recomanacions culturals a turistes. En el capítol 3 es descriurà l'arquitectura del sistema, i la comunicació entre els diferents components del sistema, i s'explicarà com es representarà, generarà i actualitzarà el perfil d'usuari; també, veurem de quina manera es realitzaran les recomanacions i finalment es parlarà del disseny de la base de dades. En el capítol 4 es farà una descripció exhaustiva de l'ena utilitzada en aquest projecte: JADE. ssssssssssssssssss

2 SISTEMES RECOMANADORS

2.1 El perfil d'usuari

Una part molt important de tot sistema de recomanació personalitzada és el manteniment del perfil de l'usuari. Els sistema ha de conèixer les característiques dels seus usuaris i dels seus interessos i gustos, amb la finalitat de poder fer-los recomanacions el més ajustades possible. Per la construcció i manteniment dels perfils hem de tenir en compte els següents aspectes:

- Representació del perfil de l'usuari.
- Generació del perfil inicial.
- Tècniques d'aprenentatge del perfil
- Adaptació del perfil d'usuari.

2.1.1 Representació del perfil de l'usuari

El sistema de recomanació està molt vinculat al mètode de representació de les dades en el perfil de l'usuari. De fet, el sistema de representació del perfil determinarà quins mètodes són utilitzables per fer les recomanacions.

En la literatura podem trobar diferents mètodes per representar perfils d'usuari [Montaner, 2003]:

- Model basat en històrics (*History-Based Model*)
- Model de l'espai de Vectors (*Vector Space Model*)
- *Weighted N-Grams*
- Xarxes semàntiques ponderades (*Weighted Semantic Networks*)
- Xarxes associatives ponderades (*Weighted Associative Networks*)
- Models basats en classificadors (*Classifier Based Models*)
- Matrius de valoracions usuari-objecte (*User-Items Ratings Matrix*)
- Característiques demogràfiques (*Demographic Features*)

A continuació es descriu breument cada un d'ells.

History Based Model

Aquest model es basa en tenir com a perfil d'usuari una llista de les interaccions del usuari amb el sistema recomanador. A partir d'aquesta llista s'obtenen quines són les preferències de l'usuari i el grau d'interès que té en cadascuna d'elles.

Un exemple d'ús d'aquest sistema el podem trobar en la navegació WWW. En aquest cas el sistema recomanador es basa en la història de navegació WWW del usuari. També és àmpliament usat en el comerç electrònic. El sistema manté com a perfil d'usuari una llista de productes comprats. Els sistemes recomanadors en comerç electrònic més coneguts són Amazon.com i CDNow.com.

Vector Space Model

En aquest model el perfil d'usuari es representa com un conjunt d'elements o ítems. Cadascun d'aquests ítems a recomanar es representa com un vector de característiques amb un valor associat a cadascuna d'elles. Aquest valor pot ser un booleà, llavors representa l'interès o no interès que té l'usuari en una determinada característica, o un número real, llavors representa el grau d'interès, freqüència, rellevància o probabilitat de la característica.

Un exemple d'aquest tipus de representació el trobem en Webmate [Chen&Sycara, 1998], un sistema recomanador de pàgines Web. Webmate utilitza una representació amb múltiples vectors de característiques. La idea bàsica és representar els documents com un vector en un espai de vectors, per el que els documents amb un contingut similar tenen vectors similars. Cada dimensió de l'espai de vectors, és a dir, cada element del vector, representa una paraula i el seu pes.

Weighted N-Grams

En aquest cas, l'usuari es representa, també, per un conjunt d'ítems, on cadascun dels ítems a recomanar a un usuari del sistema es representen com una xarxa de paraules amb un pes associat a cada node i a cada aresta.

Un exemple d'aquesta tècnica la trobem en PSUN [Sorensen&McElligott, 1995]. PSUN, és una eina per al filtrat d'informació electrònica, està basat en l'assumpció que les paraules tendeixen a aparèixer unes darreres de les altres de forma significativa en un gran nombre de vegades. PSUN extreu sèries consecutives de n caràcters i els organitza mitjançant enllaços amb un pes, representant la co-ocurrència de diferents paraules. Per tant, l'estructura assoleix una representació de les paraules relacionades pel context. Amb això s'intenta evitar el problema de la polisèmia, és a dir, es pretén evitar realitzar recomanacions basades en paraules que encara que s'escriguin igual tenen un significat que no és el desitjat.

Weighted Semantic Networks

Les xarxes semàntiques poden emmagatzemar el significat de les paraules i fer ús posteriorment de les esmentades paraules segons el seu significat. Per altra banda, cada node i cada arc tenen un pes associat que representa el nivell d'interès de l'usuari.

A SiteIF [Stefani&Strapparava, 1998], eina per a la recomanació web, també s'intenta evitar el problema de la polisèmia. Cada node representa una paraula o concepte interessant i els arcs entre nodes representen la relació de co-ocurrència entre paraules. En aquest model, els nodes no representen simplement la freqüència d'aparició de les paraules sinó que representen la freqüència d'aparició d'un significat concret de les paraules.

Weighted Associative Networks

Consisteix en un conjunt de nodes que representen termes primaris, conceptes o paraules, en els que l'usuari està interessat i un conjunt de links amb un pes associat que estableixen l'organització dels termes esmentats en frases rellevants.

Per exemple, en el PFNETs [White, 1998] els nodes representen autors i els enllaços representen

camins amb un pes entre els nodes. Els enllaços entre autors i autors dominants (per exemple, autors molt coneguts) defineixen especialitats, i els enllaços entre autors dominants connecten especialitats en una disciplina.

Classifier-Based Models

Aquests sistemes utilitzen un classificador per l'aprenentatge del perfil de l'usuari. L'estructura obtinguda pel classificador és la que s'utilitza com a perfil d'usuari. Aquest és el cas de les xarxes neuronals, arbres de decisió, regles d'associació o xarxes Bayesianes.

El model de computació neuronal està basat en el funcionament de les neurones del cervell. Les xarxes neuronals creen representacions compactes que responen a preguntes ràpidament, no obstant té un aprenentatge lent. Un exemple el trobem en el Re:Agent [Boone 1998]. Aquest sistema filtra missatges de correu electrònic mitjançant xarxes neuronals entrenades prèviament amb vectors de característiques de missatges passats.

Els arbres de decisió consisteixen en un conjunt de nodes i d'enllaços directes que connecten els nodes en una estructura d'arbre. Els nodes representen preguntes sobre les variables i els enllaços representen respostes a aquestes preguntes. Els nodes fulla representen la decisió final. Per exemple, InfoFinder [Krulwich&Burkey, 1996] recomana documents basats en arbres de decisió. Demana als usuaris que proporcionin alguns documents de mostra, llavors busca documents relacionats, retornant les URLs dels documents identificats. Els documents de mostra proporcionen al agent informació sobre la freqüència de paraules dins dels documents desitjats, i també de patrons o camps comuns.

Les regles d'associació es poden usar per fer recomanacions de productes als consumidors basats en altres productes que ells han seleccionat prèviament. En el cas de pel·lícules, una regla d'associació expressa, per exemple, la relació de que una certa pel·lícula sigui adquirida freqüentment per altres usuaris [Basu, 1998].

Les xarxes bayesianes ofereixen una manera compacta de representar el coneixement i mètodes flexibles de raonament capaços de predir el valor de variables no observades i explicar les observades. Una xarxa bayesiana és un graf acíclic dirigit en el que cada node representa una variable i cada arc una dependència probabilista. La variable a la que apunta l'arc és dependent de la que està en l'origen d'aquest. En les xarxes bayesianes, la dependència es produeix a nivell estructural (dependències i independències entre variables) i quantitativa (força de les dependències).

User-Items Ratings Matrix

En aquests sistemes el perfil d'usuari es representa mitjançant una matriu de valoracions usuari-ítem. Aquesta matriu conté valoracions històriques dels ítems fetes per l'usuari. Cada cel·la(u,i) de la matriu conté una valoració que representa l'avaluació d'un usuari u sobre un ítem i , un valor buit indica que no hi ha valoració.

Demographic Features

En aquest cas es crea el perfil de l'usuari mitjançant estereotips. Els estereotips són agrupacions d'usuaris. Inicialment es defineixen diferents conjunts d'usuaris, llavors es classifiquen els usuaris en els diferents conjunts segons com en són de semblants. La representació del perfil d'usuari consisteix en una llista de característiques demogràfiques (edat, nivell d'estudis, lloc de residència, escala social, etc.) que representen el tipus d'usuari.

2.1.2 Generació inicial del perfil

Quan en un sistema de recomanació s'incorpora un nou usuari, el primer pas a realitzar és generar un perfil inicial per a aquest usuari, que permeti oferir-li recomanacions el més personalitzades possible des del principi.

És important obtenir el màxim d'informació possible de l'usuari per poder realitzar una bona recomanació. No obstant, en moltes ocasions, els usuaris no estan disposats a dedicar gaire temps a crear el seu perfil i a més no estan disposats a revelar algunes dades personals.

A continuació es comenten alguns mètodes comunament utilitzats [Montaner, 2003]:

Perfil Buit

Alguns sistemes recomanadors no es preocupen de crear el perfil inicial dels usuaris. Aquests sistemes comencen amb una estructura de perfil buida. L'estructura s'omple automàticament quan l'usuari comença a interactuar amb el sistema.

Manual

En aquest cas els usuaris introdueixen manualment les dades referents als seus interessos en format de paraules clau o valors d'atributs, per exemple. Una avantatge d'aquest mètode és la transparència que s'ofereix pel que fa al comportament del sistema.

Per altra banda, el major inconvenient d'aquest mètode és que requereix un esforç més gran per part de l'usuari, que ha de proporcionar les dades. Un altre problema d'aquest mètode és que els interessos de l'usuari encara no estiguin definits, i per tant, serà difícil realitzar bones recomanacions a partir del perfil inicial.

Estereotips

Aquest model es basa en la classificació del usuari en estereotips que representen les característiques de les diferents classes d'usuaris [Rich 1979]. Les dades usades per realitzar aquesta classificació acostumen a ser dades demogràfiques. Es demana al usuari que empleni un formulari amb les dades personals per al registre, així com característiques del usuari (nom, direcció, edat, sexe, etc.), dades geogràfiques (ciutat, codi postal, etc.), o dades sobre el comportament del usuari (estil de vida, etc.).

Un exemple d'aquest model és el LifeStyle Finder [Krulwich 1997] que utilitza una base de dades comercialment disponible de dades demogràfiques que abasta els interessos de la gent de tota una nació.

El problema d'aquest model és la dificultat en l'obtenció de les dades personals de l'usuari degut a que sovint no confien en la política de privadesa dels llocs web.

Conjunts d'entrenament

Els conjunts d'entrenament són una col·lecció d'exemples d'interacció de l'usuari que s'utilitza per deduir el perfil inicial de l'usuari. Una bona manera de realitzar aquesta tasca és demanar a l'usuari que valori segons els seus interessos una sèrie d'exemples concrets, una altra manera és demanar a l'usuari que valori una sèrie d'exemples predefinits. Aquest mètode té com a avantatge que és simple i ràpid, però hi ha inconvenients, els exemples analitzats poden no ser el suficientment representatius.

Alguns sistemes que usen aquesta tècnica són ACR News [Mobasher 2000], FireFly [Shardanand&Maes 1995] i LaboUr [Schwab&Kobsa 2002].

Una altra classificació habitual d'aquests sistemes d'obtenció d'informació inicial del perfil és la següent [Resnick&Varian, 1997]:

- Obtenir informació **explícitament**, és a dir, preguntar directament a l'usuari un conjunt de dades inicial. Per fer això podem usar diferents mètodes com per exemple:
 - Oferir a l'usuari un formulari que li permeti exposar els seus interessos
 - L'usuari pot indicar els seus interessos proporcionant-li alguns exemples i demanant-li que en doni valoracions personals.
 - Realitzar una entrevista inicial oral o per escrit, de la qual se'n extrauran els interessos i preferències de l'usuari.
- Obtenir la informació **implícitament**, és a dir, observar i guardar el comportament de l'usuari i després analitzar les dades obtingudes, i així, construir un model per distingir entre el que li agrada i el que no. Podem fer això de diferents maneres com per exemple:
 - Proporcionar a l'usuari un entorn de navegació amb links a pàgines web concretes amb itineraris i atraccions turístiques. L'usuari navega per aquests llocs i, implícitament, el sistema guarda i analitza els continguts que llegeix l'usuari mesurant, per exemple, el temps que passa en una determinada pàgina.
 - Guardar els llocs turístics que l'usuari decideix visitar.

2.1.3 Tècniques d'aprenentatge del perfil

Les tècniques d'aprenentatge del perfil construeixen i actualitzen el model d'usuari a partir de les dades obtingudes amb alguna de les tècniques de l'apartat anterior.

No tots els sistemes recomanadors requereixen de l'ús de tècniques d'aprenentatge del perfil. Un exemple de sistema que no necessita aquestes tècniques són els sistemes que creen el perfil inicial mitjançant estereotips i no els modifiquen al llarg del temps.

Alguns sistemes recomanadors tenen una fase **off-line** en la que aprenen el comportament de l'usuari i una altra fase **on-line** en la que apliquen el perfil d'usuari en temps real. No obstant, la majoria de sistemes realitzen aquest aprenentatge de manera exclusivament on-line, construeixen i analitzen el model d'usuari mentre realitzen recomanacions. El mètode d'aprenentatge fora de línia és adequat per sistemes en que les preferències de l'usuari canvien lentament respecte al temps necessari per construir el perfil. Contràriament, el mètode d'aprenentatge en línia és adequat per sistemes en els que les preferències de l'usuari s'han d'actualitzar de manera freqüent.

A continuació s'enumeraran algunes tècniques d'aprenentatge del perfil d'usuari més freqüentment referides en la literatura [Montaner, 2003].

Tècniques per estructurar les dades

Quan la informació no té estructura és necessari pre-processar la informació i extreure la informació rellevant de manera estructurada. Aquest processament requereix realitzar dos passos: selecció de característiques i indexació d'informació.

La selecció de característiques es pot fer per molts mètodes els quals produeixen una reducció del nombre de característiques. La indexació d'informació consisteix en calcular la rellevància que té un element a partir de la freqüència d'aparició. Per aconseguir aquest objectiu s'acostumen a usar tècniques de mineria de dades (Data-Mining) [Kantardzic, 2003].

Clustering

Aquesta tècnica es basa en l'agrupació automàtica d'informació d'usuaris similars en grups. Aquests clusters o grups es calculen a partir de les dades d'usuari obtingudes en la fase anterior, de manera que els usuaris que pertanyen a un mateix grup tenen interessos similars, i per tant, podran rebre les mateixes recomanacions.

Classificadors

Els classificadors són models computacionals per assignar una categoria a una nova entrada. En un sistema recomanador un classificador utilitza la informació sobre l'ítem i el perfil d'usuari com entrada, i tenint la categoria representa fins a quin punt s'adequa un ítem a un usuari. Els classificadors permeten discriminar a quina categoria pertany un usuari segons la informació que tenim d'ell. Las categories són models de grups d'usuaris. Alguns models són:

- un sistema de regles
- un arbre de decisió
- un prototip d'una classe
- un arbre jeràrquic de classes

Aquests models es poden construir utilitzant diferents estratègies d'aprenentatge com ara xarxes neuronals, arbres de decisió o xarxes Bayesianes. Una vegada construït el model que representa les categories i les relacions entre elles, es podrà usar el classificador per distingir la categoria d'un usuari i fer-li recomanacions adequades.

2.1.4 Tècniques d'adaptació del perfil d'usuari

Els sistemes recomanadors en molts casos impliquen una interacció entre l'usuari i el sistema durant un llarg període de temps. Per aquest motiu no és adequat que el perfil d'usuari sigui constant ja que amb el temps la informació sobre les preferències de l'usuari podria canviar. La interacció de l'usuari amb el sistema proporciona dades sobre la rellevància de les recomanacions que se li fan o la seva opinió sobre nous ítems. Aquestes dades representen els interessos actuals de l'usuari millor que les dades antigues de les que disposava el sistema. Per aquest motiu és necessari tenir una tècnica que adapti el perfil de l'usuari als seus nous interessos i obliidi els interessos antics.

En la literatura podem trobar diferents tècniques per realitzar la tasca d'adaptació del perfil d'usuari [Montaner, 2003]:

Manual

En alguns sistemes l'usuari pot modificar directament el seu perfil quan està interessant en actualitzar-lo, pot incloure o eliminar interessos del seu perfil.

Aquest mètode té dos problemes: per una banda, requereix que l'usuari realitzi un esforç més gran, ja que ha de modificar les seves preferències manualment; per l'altra banda, pot passar que els usuaris no especifiquin de manera adequada els seus interessos perquè els seus interessos encara no estan prou definits, no té clar que és el que realment l'interessa.

Inclusió de informació nova

Aquest mètode és el que més s'acostuma a utilitzar. Consisteix en actualitzar el perfil de l'usuari afegint informació nova recollida mitjançant l'intercanvi d'informació de l'usuari amb el sistema.

Funció d'oblit gradual

La idea bàsica d'aquest mètode és aconseguir que el sistema s'oblidi progressivament de les preferències antigues de l'usuari. Per fer això és necessari disposar d'una funció d'oblit. La idea d'aquest mètode es basa en calcular un pes específic per cada observació. Aquest pes variarà al llarg del temps. Inicialment les observacions tenen un pes igual a 1. Cada vegada que una observació rellevant és introduïda en el model es produeix un decrement en el pes de les observacions existents. Per tant, les observacions recents són més importants, ja que tenen un pes major, assumint que són les que millor representen els interessos actuals dels usuaris.

Un cas particular de la funció d'oblit gradual és l'anomenada finestra temporal. Aquest mètode consisteix en aprendre els interessos dels usuaris tenint només en compte les últimes observacions fetes. Els exemples per l'entrenament són seleccionats d'una suposada finestra temporal, per exemple, només els últims exemples són usats per adaptar el perfil. Una millora d'aquesta aproximació és la utilització d'heurístiques per ajustar la mida de la finestra d'acord amb l'actual grau de predicció de l'algoritme d'aprenentatge.

Una variació de la finestra temporal és fer que les instàncies anteriors a un determinat moment siguin esborrades de la memòria parcial. Igual que la finestra temporal, el sistema només té en compte els últims exemples. No obstant, a diferència de la finestra temporal, aquesta aproximació no només oblida observacions que es trobin fora d'una certa finestra sinó que a més oblida les

observacions anteriors a un determinat moment temporal.

Selecció natural

La selecció natural està associada a sistemes que implementen una arquitectura d'agents basada en algorismes genètics. Consisteix en un ecosistema d'agents especialitzats que competeixen en paral·lel per fer recomanacions a l'usuari. Els ecosistemes es desenvolupen de la manera següent: els agents que produeixen els millors resultats són reproduïts creuant agents i realitzant mutacions d'agents, els demés són destruïts.

Un exemple de sistema que utilitza aquest mètode és el sistema PSUN [Sorensen, 1995] per a filtrat d'informació que ja hem anomenat anteriorment.

2.2 El sistema de recomanació

A la literatura trobem bàsicament dos aproximacions diferents per desenvolupar un sistema recomanador [Balabanovic&Shoham, 1997] y [Lee&Yang, 1993] :

Recomanació basada en el contingut (content-based)

Consisteix en recomanar a un usuari ítems similars als que li han agradat en el passat. Està basat en la comparació entre les característiques dels ítems i un perfil d'usuari. Normalment es fan servir esquemes amb pesos per poder ponderar de diferent manera les diferents característiques o propietats que s'analitzen. Cada usuari opera independentment dels altres.

Sovint les dades d'entrada s'obtenen mitjançant exemples dels interessos o preferències dels usuaris, i el perfil és una generalització d'aquestes dades que són utilitzades per realitzar tasques a favor de l'usuari. Aquests perfils són utilitzats per trobar altres ítems semblants als que són d'interès.

Recomanació col·laborativa (collaborative)

En aquest cas, un usuari s'identifica amb d'altres usuaris els gustos dels quals són similars als seus. Un sistema col·laboratiu recomana ítems a un usuari específic d'acord amb avaluacions d'altres usuaris amb gustos similars. La predicció d'un ítem desconegut es troba en la combinació de valoracions dels seus veïns propers.

Les recomanacions normalment s'extreuen d'anàlisis estadístics de patrons i analogies de dades extretes explícitament d'avaluacions d'ítems proporcionats per diferents usuaris o implícitament monitoritzant el comportament de diferents usuaris del sistema.

En lloc d'estudiar les semblances entre ítems com en el cas dels sistemes basats en el contingut el que s'estudia són les semblances entre usuaris.

2.2.1 Avantatges i inconvenients de cada aproximació

Per contrastar recomanacions basades en el contingut i col·laboratives hem de tenir clar el que signifiquen aquests termes. Un sistema recomanador basat en el contingut pur és el que las recomanacions a un usuari estan basades únicament en el perfil d'usuari, construït, aquest, analitzant el contingut dels ítems que l'usuari ha valorat en el passat. Un exemple d'aquest sistema és l'InfoFinder [Krulwich&Burkey, 1996].

Un sistema recomanador basat en el contingut té alguns inconvenients:

- Generalment només es pot proporcionar una anàlisi poc profunda de cert tipus de contingut, ja que, per exemple, en alguns dominis els ítems no són susceptibles a mètodes d'extracció de contingut. També pot passar que se seleccionin uns ítems o altres basant-se en paràmetres subjectius; per tant, podem trobar-nos amb que aquells ítems que podrien exercir una bona influència sobre el resultat de la recomanació no són tinguts en compte. Per exemple, en documents de text la representació només captura certs aspectes del contingut, però n'hi ha molts d'altres que podrien influenciar

al perfil d'usuari.

- Un altre problema és la sobre-especialització. Quan el sistema només pot recomanar ítems analitzant el perfil de l'usuari, l'usuari es troba amb la restricció d'estar veient, sempre, ítems similars a aquells que ja ha valorat. Sovint aquest problema es tracta afegint aleatorietat.
- Un altre problema dels sistemes recomanadors és l'adaptació del perfil de l'usuari. Valorar documents és una tasca pesada pels usuaris, així doncs, es busca la millor recomanació a partir de poques valoracions. Amb l'aproximació basada en el contingut pur, les pròpies valoracions de l'usuari són l'únic factor que influeix futures recomanacions i sembla que no hi ha manera de reduir la quantitat de valoracions sense també reduir la qualitat de les recomanacions.

Un sistema recomanador col·laboratiu pur és aquell en que les recomanacions estan fetes únicament basant-se en les similituds amb altres usuaris. Un exemple de sistema que utilitza aquesta aproximació és el Ringo[Shardanand&Maes, 1995].

La recomanació col·laborativa pura resolt tots els problemes dels sistemes basats en el contingut pur. Usant les recomanacions d'altres usuaris podem treballar amb qualsevol tipus de contingut i rebre ítems amb un contingut no similar als que s'han vist en el passat. Les dades aportades pels usuaris tenen influència en les recomanacions, per tant, hi ha la possibilitat de mantenir una representació efectiva donant poques recomanacions d'usuaris individuals.

No obstant, aquesta aproximació introdueix alguns problemes:

- Sí un ítem nou apareix a la base de dades no hi ha cap manera de que sigui recomanat a un usuari fins que s'obtingui més informació d'ell mitjançant un altre usuari qualsevol valorant-lo o especificant amb quin altre ítem és semblant. Pel que, si el nombre d'usuaris és petit en relació amb el volum de informació del sistema (perquè és molt gran o canvia ràpidament) la cobertura de valoracions esdevé escassa, enrrint les col·leccions d'ítems recomanables.
- Els sistemes col·laboratius requereixen dades d'un gran nombre d'usuaris per ser efectius, així com grans quantitats de dades de cada usuari per aconseguir recomanacions més exactes.
- Per a un usuari els gustos del qual no acostumen a ser comparats amb la resta de la població no hi haurà altres usuaris que siguin similars, conduint a males recomanacions.
- En la recomanació col·laborativa s'ha de determinar quin tipus de model s'utilitzarà per representar les agrupacions d'usuaris.
- En sistemes col·laboratius ens trobem, també, amb el problema del *Startup problem* o problema de inicialització. Es tracta d'obtenir una agrupació inicial dels usuaris per poder començar a fer recomanacions, per fer això cal calcular les semblances entre els perfils dels usuaris que tenim i utilitzar tècniques de mineria de dades (data-mining) o d'aprenentatge per generar un model que agrupi a aquests usuaris.

- Un altre problema de l'aproximació col·laborativa consisteix en la necessitat d'adaptar els models generats inicialment a mesura que apareixen nous ítems, nous usuaris o noves valoracions dels usuaris (canvis en el seu perfil). Normalment s'utilitzen tècniques d'aprenentatge [Montaner, 2003] per adaptar el model dinàmicament.

2.2.2 Sistemes híbrids

En alguns casos no en tindrem prou amb un dels dos mètodes que s'han exposat. Com a solució es poden construir sistemes híbrids entre col·laboratius i personalitzats. Aquesta és una solució molt utilitzada [Balabanovic&Shoham, 1997].

Per crear un sistema híbrid cal mantenir els perfils dels usuaris basats en l'anàlisi del contingut, i comprovar directament perfils per determinar usuaris semblants per poder fer recomanacions col·laboratives.

Així doncs, els usuaris reben ítems a partir del seu propi perfil, i també reben recomanacions quan hi ha un usuari amb un perfil similar.

Els sistemes híbrids eviten les limitacions que s'han anomenat pels sistemes basats en el contingut i els sistemes col·laboratius i a més afegeixen beneficis importants.

Un exemple de sistema híbrid el trobem en el Fab[Balabanovic, 1997] un sistema recomanador adaptatiu de pàgines web desenvolupat a la Universitat de Stanford.

3 EL CAS DE LA RECOMANACIÓ CULTURAL A TURISTES

3.1 Descripció del sistema

Després de l'estudi sobre sistemes recomanadors l'objectiu és dissenyar una aplicació basada en sistemes de recomanació per l'entorn de les recomanacions culturals a turistes que visiten una ciutat, per exemple, Tarragona. El sistema oferirà recomanacions a partir de les dades d'un perfil que es construirà per cada usuari, però a més s'incorporarà la funció de sol·licitar informació sobre les activitats que compleixin un conjunt de restriccions imposades pel turista, és a dir es permetrà fer cerques. Per exemple, un usuari introduirà el seu perfil mitjançant una interfície gràfica, llavors ja estarà en disposició de per peticions de recomanacions o de cerques. Per exemple, a un usuari se li poden recomanar, a partir del seu perfil, dos museus i tres itineraris per la ciutat.

En el moment que un usuari desitja que li recomanin les activitats més adequades al seu perfil, el sistema de recomanació li proporcionarà una recomanació de les activitats que més s'adeqüin als seus interessos i preferències. L'usuari tindrà la possibilitat de valorar fins a quin punt li han agradat les activitats que li han recomanat i ha decidit realitzar, l'endemà d'haver-les realitzar. Per exemple, pot passar que dels dos museus recomanats a l'usuari, n'hi hagi un que li ha agradat i l'altre que no. Llavors, l'usuari farà una valoració dels dos museus

El perfil d'usuari s'obtindrà mitjançant un formulari (interfície gràfica) i s'actualitzarà a partir de la interacció del sistema amb l'usuari. El sistema ha de ser capaç de crear, mantenir i actualitzar els perfils dels usuaris. La actualització dels perfils es realitzarà amb la informació extreta *implícitament* de les cerques i *explícitament* de les valoracions de les activitats fetes per l'usuari. Per exemple, amb la informació obtinguda de l'usuari en fer una valoració o una cerca d'activitats s'actualitzarà el perfil de d'aquest usuari

El sistema ha de mantenir les dades del perfil dels usuaris i les dades essencials per al procés de recomanació de les activitats. També emmagatzemarà les dades referents a les diferents activitats que es troben en el sistema.

El sistema es desenvoluparà usant una arquitectura de sistema multi-agent (SMA) [Weiss, 1999] [Wooldridge, 2002] que serveix per modelar la interacció entre el sistema de recomanació, l'usuari i les diferents activitats existents. El prototipus es basa en la idea de sistemes recomanadors desenvolupats per Pilar Zapata [Zapata, 2003] i l'adaptació per PDA d'Àlex Viejo[pregunatr-lo]!!!! en els seus projectes de final de carrera. En [Zapata, 2003] el PFC estava més orientat construir un SMA per fer consultes sense tenir gaire en compte les recomanacions. El nostre prototipus crea tot el sistema recomanador que està centrat en realitzar recomanacions usant les tècniques avançades de sistemes recomanadors, i de representació i actualització de perfils d'usuari que s'han estudiat exhaustivament i que s'han enumerat en el capítol 2. S'utilitzen tècniques d'intel·ligència artificial per clustering, per exemple. Per que fa estrictament al SMA s'ha creat tot de nou (només s'ha conservat la idea de tenir un agent recomanador i uns agents per les activitats). S'han creat nous i millors missatges de comunicació entre els agents i s'ha creat noves estructures de dades orientades a obtenir recomanacions, cerques i perfils d'usuari. També s'han afegit una gamma més àmplia de tipus d'activitats a ser recomanades. El que sí s'ha adaptat és algun disseny de les interfícies gràfiques.

3.2 Agents y sistemes multiagent (SMA)

Un agent es pot definir com un sistema que habita en un entorn complex i dinàmic; és capaç de sentir i actuar de manera autònoma en el seu entorn, i té un conjunt d'objectius o motivacions que intentarà aconseguir a través de les seves accions [Wooldridge, 2002].

Un sistema Multi-Agent és aquell en que els agents cooperen, es comuniquen i es coordinen per tal d'aconseguir un objectiu comú.

La FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) estableix un model per la gestió de agents que seguirem en aquest treball [FIPA 2000b].

3.2.1 Propietats dels agents

Com que no es pot definir d'una manera clara que és una agent, s'acostuma a donar una llista de propietats necessàries perquè un sistema hardware o software sigui considerat un agent. Les propietats més importants que caracteritzen als agents són les següents:

- ❑ **Autonomia:** els agents han d'operar sense la intervenció directa dels humans o altres, i han de tenir algun tipus de control sobre les pròpies accions i l'estat intern.
- ❑ **Sociabilitat/cooperació:** els agents han de ser capaços d'interactuar amb altres agents i/o humans a través d'algun tipus de llenguatge de comunicació. La comunicació entre agents pot ser descrita com un contracte de col·laboració on l'usuari dona unes especificacions que hauran de ser portades a terme per l'agent.
- ❑ **Reactivitat:** els agents perceben el seu entorn i responen en un temps raonable als canvis detectats.
- ❑ **Pro-activitat o capacitat de prendre iniciativa:** Els agents no només han de respondre al seu entorn, sinó que han de ser capaços d'exhibir algun tipus de comportament encaminat a assolir algun tipus d'objectiu prenent la iniciativa.
- ❑ **Mobilitat:** els agents poden moure's a altres entorns a través d'una xarxa electrònica. Poden traslladar dades amb instruccions que poden ser executades remotament.
- ❑ **Continuïtat temporal:** els agents estan contínuament executant processos, no són només un procés que s'acaba.
- ❑ **Veracitat:** és l'assumpció que un agent no comunicarà informació falsa premeditadament.
- ❑ **Benevolència:** és l'assumpció que els agents no tenen objectius conflictius, i que cada agent intentarà fer allò pel qual és requerit.
- ❑ **Racionalitat:** és l'assumpció que l'agent ha d'actuar per tal d'aconseguir el seu objectiu.

3.2.2 Tipus d'agents

S'ha fet una possible classificació del tipus d'agents. Veurem les seves característiques fonamentals:

- **Agents d'Internet o d'informació:** agents que tenen accés a les fonts d'informació (Internet), gestionen i manipulen dades; poden respondre a requeriments imposats pels usuaris o altres agents. Un exemple molt comú són els cercadors d'informació a Internet.
- **Agents d'interfície:** sistema on els agents col·laboren amb l'usuari per resoldre un problema. L'agent observa les accions de l'usuari i realitza una interacció aprenentatge per suggerir a l'usuari millors maneres de dur a terme una tasca.
- **Agents de col·laboració:** la característica principal és la comunicació i cooperació amb altres agents per resoldre un problema comú. La capacitat de resoldre problemes entre un grup d'agents s'ha de dur a terme utilitzant tècniques d'IA distribuïda.
- **Agents mòbils:** la seva característica principal és la possibilitat de poder moure's per una xarxa electrònica. Aquesta mobilitat es fa interactuant amb altres host, permet als agents recollir informació i realitzar serveis requerits per l'usuari.
- **Agents reactius:** aquests tipus d'agents no treballen amb un model simbòlic de l'entorn. El seu comportament es basa en la resposta a estímuls segons un patró de l'estat actual en què es troben. Aquests agents i les seves interaccions amb d'altres agents són molt simples, però la combinació de diversos agents reactius pot generar comportaments complexos.
- **Agents híbrids:** combinen diversos dels tipus d'agents anteriors per tal de minimitzar els desavantatges de cada tipus d'agent per separat.
- **Agents heterogenis:** es refereixen a un conjunt integrat d'almenys dos agents que pertanyen a dues o més classes diferents.

3.2.3 Arquitectures d'agents

Les arquitectures utilitzades en el procés d'implementació dels agents poden ser de tres tipus:

- **Deliberatives:** donada una representació del món real, es poden executar accions intel·ligents. Segueix el model BDI (*Beliefs Desires and Intentions*).
- **Reactives:** estructura on les accions es duen a terme responenent a estímuls. La combinació de diversos agents reactius proporciona un comportament "intel·ligent".
- **Híbrides:** estructures que barregen diferents tècniques.

3.2.4 *Beneficis d'un SMA*

Els beneficis que aporta utilitzar un sistema Multi-Agent són els que s'enumeren a continuació:

- **Modularitat:** es redueix la complexitat distribuint les tasques, i permet una programació més estructurada.
- **Eficiència:** repartir la feina entre diversos agents permet paral·lelisme quan els agents estan treballant en màquines diferents.
- **Fiabilitat:** el sistema no ha de deixar de funcionar si un dels seus elements deixa de fer-ho. Es pot aconseguir més seguretat replicant serveis i aconseguint redundància.
- **Flexibilitat:** es poden incorporar i eliminar agents al sistema dinàmicament.

3.2.5 *Especificació FIPA de la gestió d'agents*

L'administració d'agents facilita una normativa de treball dins de la qual els agents existeixen i operen. L'administració d'agents estableix el model lògic per a la creació, registre, comunicació, establiment, mobilitat i destrucció d'agents. La FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) estableix el següent model per a aquest entorn administratiu d'agents [FIPA, 2000b]:

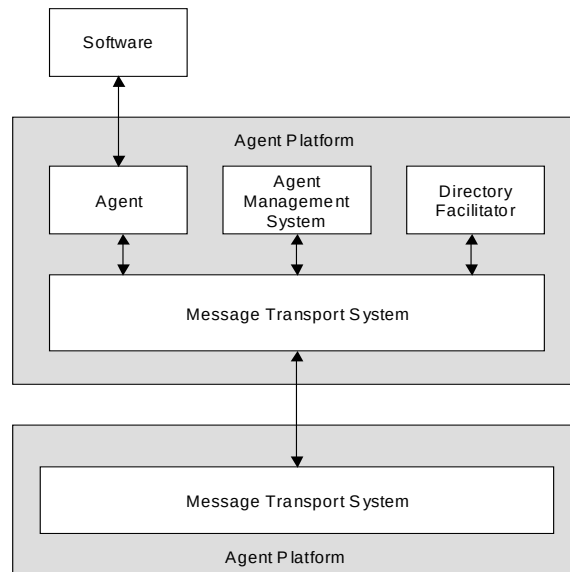


Fig. 1 Estructura d'un sistema multi-agent

Els components lògics que componen l'entorn de manipulació d'agents i que hem vist a la **Fig. 1** són:

- ❑ **Agents:** és una unitat bàsica del sistema o l'element actor fonamental. És pot descriure com un programa que encapsula una sèrie de serveis.
- ❑ **Agent Platform (AP):** proporciona la infraestructura física en la que es poden crear i executar els agents.

- ❑ **Directory Facilitator (DF)**: és un agent que proporciona un servei de *Pàgines Grogues* dins del sistema (coneix els serveis que poden oferir els diferents agents del SMA). Els agents han de registrar-se al DF per a oferir els seus serveis.
- ❑ **Agent Management System (AMS)**: és un agent que exerceix un control de supervisió sobre l'accés i l'ús de la plataforma d'agents. Només un AMS existirà en un *Agent Platform (AP)*. Emmagatzema els noms lògics i les adreces de transport dels agents, i ofereix un servei de *Pàgines Blanques*.
- ❑ **Message Transport Service (MTS)**: facilita la comunicació entre agents de diferents plataformes.
- ❑ **Software**: qualsevol programa accessible des d'un agent.

3.2.6 El llenguatge de comunicació entre agents

Els agents individualment proporcionen una funcionalitat interessant, però el que fa que siguin molt útils per resoldre determinats problemes, que sols potser no podrien solucionar, és la seva capacitat de cooperar. Normalment, el coneixement que té cada agent és limitat i potser erroni o incomplet, per això cal que cooperi amb altres agents per a poder beneficiar-se'n. Per poder realitzar la cooperació, els agents s'han de comunicar utilitzant un llenguatge comú: ACL (*Agent Communication Language*).

Els ACL estan basats en la teoria de la parla, en la qual les comunicacions individuals entre agents poden reduir-se a un petit nombre d'idees o, més generalment, actes comunicatius. Aquests actes donen forma al significat bàsic de la comunicació.

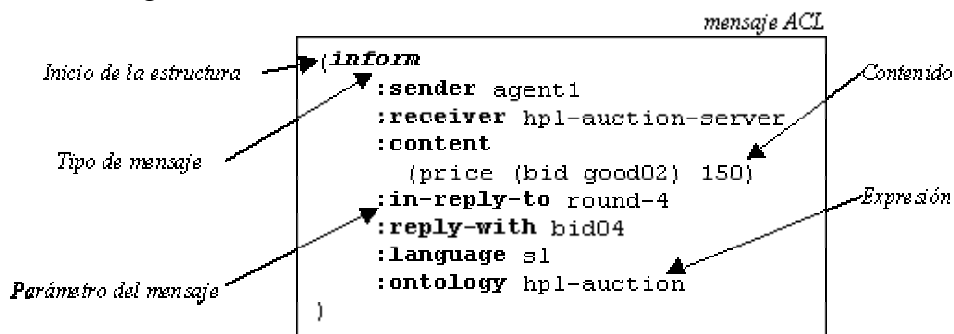


Fig. 2 Missatge ACL

L'element bàsic de la comunicació és el missatge; la FIPA determina quina forma ha de tenir un missatge i la seva utilització [FIPA, 2000a]. En la Fig. 2 observem els components bàsics que ha de tenir un missatge.

3.2.6.1 Components d'un missatge

Els missatges estan representats com expressions, un missatge es compon d'una instrucció per a identificar el tipus d'acte comunicatiu i de diferents paràmetres, anem a veure el significat d'aquests paràmetres:

Definició del tipus de missatge

Dins d'aquesta categoria només es té un element: *performative*. Indica el tipus d'acte de comunicació. Es tenen diferents actes de comunicació:

- **accept-proposal**: acceptació una proposta per realitzar una acció.
- **agree**: acceptació d'una acció per realitzar una acció.
- **cancel**: cancel·lació d'alguna petició anterior que encara no ha finalitzat.
- **cfp**: crida per proposar la realització d'una acció.
- **confirm**: l'emissor informa al receptor que una proposició és certa, quan el receptor dubtava sobre la proposició.
- **disconfirm**: l'emissor informa al receptor que una proposició és falsa, quan el receptor creia que era certa.
- **failure**: s'indica la fallada d'una petició feta amb anterioritat.
- **inform**: l'emissor informa al receptor que una acció s'ha realitzat correctament.
- **inform-if**: s'informa al receptor si una proposició és certa o no.
- **inform-ref**: s'informa al receptor de si un objecte al qual es fa referència, és cert o no.
- **not-understood**: l'emissor informa al receptor que no ha entès una petició realitzada anteriorment.
- **propagate**: Un agent envia un missatge i un conjunt de AIDs a qui es reenviarà el missatge; l'agent primer tracta el missatge i torna a enviar.
- **propose**: acció de proposar la realització d'una acció, donades certes precondicions.
- **proxy**: l'emissor espera que el receptor identifiqui als agents que poden satisfer una descripció donada, i els hi faci arribar.
- **query-if**: acció de preguntar a un altre agent si un fet és cert o no.
- **query-ref**: acció de preguntar sobre un objecte.
- **refuse**: acció de refusar la petició de realitzar una acció donada, explicant la raó de la negativa.
- **request**: l'emissor demana al receptor realitzar una acció.
- **request-when**: l'emissor vol que el receptor realitzi alguna acció quan alguna proposició esdevingui certa.
- **request-whenever**: es demana a un agent que realitzi una acció tant bon punt es donin unes condicions.
- **subscribe**: l'emissor demana ser avisat en el moment que es compleixi una condició.

Participant de la comunicació:

Un participant de la comunicació és un identificador d'un agent. N'hi ha 3:

- **sender** : identificador de l'agent que envia el missatge.
- **receiver**: identificador de l'agent que el rep.
- **reply-to**: a qui ha d'anar destinat el següent missatge de la conversa.

Contingut del missatge

Existeixen quatre tipus de continguts predefinitos que s'utilitzen en funció de les necessitats que es tinguin.

- FIPA-CCL (FIPA *Constraint Choice Language*): defineix una semàntica que permet especificar predicats amb satisfacció de restriccions (CSP).
- FIPA-SL (FIPA *Semantic Language*): permet formar expressions lògiques, intercanviar coneixement de forma òptima i expressar accions a realitzar. És el llenguatge més general de

tots i pot ser aplicat a molts dominis diferents. És el que s'utilitzarà en aquest projecte.

- **FIPA-KIF** (*FIPA Knowledge Interchange Format*): permet expressar objectes com a termes i proposicions com a sentències. No permet l'expressió d'accions.
- **FIPA-RDF** (*FIPA Resource Description Framework*): permet representar objectes, interaccions i accions entre ells. Semblant al FIPA-SL

Descripció del contingut

La FIPA defineix tres descriptors per al contingut d'un missatge:

- **language**: nom del llenguatge en el qual està escrit el contingut del missatge, en aquest cas utilitzarem el FIPA-SL.
- **encoding**: indica si s'utilitza algun tipus de codificació especial.
- **ontology**: defineix el vocabulari usat en el contingut dels missatges.

Control de la conversa

Els *slots* de control de conversa estan destinats a identificar quin tipus de converses que es mantenen.

- **protocol**: indica el protocol usat en els missatges.
- **conversation-id** identificador de conversa.
- **reply-with**: introdueix una expressió que serà usada per l'agent que respongui per identificar el missatge.
- **in-reply-to** identifica una acció passada a la qual aquest missatge és la resposta.
- **reply-by** marca de *timeout*: data/hora de caducitat del missatge.

3.2.6.2 Protocols de comunicació

Els protocols de comunicació defineixen uns passos que s'ha de seguir per a determinar el curs d'una conversa. Hi ha diferents tipus de protocols depenent de la seva finalitat. Els diferents protocols definits per la Fipa són els següents [FIPA, 1998b]:

- **FIPA Request**: permet a un agent demanar a un altre que realitzi unes accions i retorni els resultats
- **FIPA Query**: s'usa per demanar a un agent informació sobre algun fet.
- **FIPA Contract Net**: permet realitzar negociacions entre dos o més agents.
- **FIPA Iterated Contract Net**: variant de l'anterior que permet la renegociació
- **FIPA Brokering**: gestiona una demanda cap a un conjunt d'agents que poden donar un cert servei.
- **FIPA Recruiting**: variant de l'anterior
- **FIPA Subscribe**: es basa en el fet que un agent demana a un altre que quan succeeixi un cert fet, li sigui notificat.
- **FIPA Propose**: simplificació del *Contract Net*

3.3 ¿Per què un SMA?

Els avantatges que ens ofereix utilitzar un Sistema Multi-Agent per solucionar aquest problema són els següents:

- Autonomia: permet treballar sense intervenció directa dels humans o altres, els agents tenen control sobre les seves accions.
- Flexibilitat: el poder incorporar i eliminar dinàmicament agents, i adaptar-los a las necessitats del territori turístic, donen una gran flexibilitat al sistema.
- Fiabilitat: com que aquest és un problema distribuït, hi ha vàries entitats diferents, el fet que algun dels ordinadors que formen el sistema deixi de funcionar, no implica que els altres agents no puguin continuar fent la seva tasca.
- Eficiència: un agent es pot connectar a varis agents recomanadors alhora, i permet que es puguin executar paral·lelament (si es troben en diferents màquines) o concurrentment (a la mateixa) millorant el temps necessari per a realitzar la recomanació.
- Racionalitat/Intel·ligència: els agents poden aplicar tècniques d'intel·ligència artificial para resoldre problemes. Por exemple, l'agent pot decidir quan fer una recomanació.

3.4 Domini

El domini de la nostra aplicació és de tipus cultural i centrada en la ciutat de Tarragona i la zona de la costa Daurada. Ens centrarem en els següents tipus d'activitats culturals i d'oci:

- Museus: Com per exemple el museu d'arqueologia de Tarragona.
- Monuments: Un exemple el trobem en l'aqüeducte romà.
- Itineraris: Es tracta d'itineraris turístics per la ciutat, com per exemple fer un itinerari per les muralles de Tarragona i l'amfiteatre.
- Exposicions: Es refereix a exposicions temporals de tipus artístic o religiós, per exemple.
- Conferències: Són conferències que es realitzen puntualment.
- Cinema: Es tracte de sessions de cinema puntual amb pel·lícules d'interès ciutadà
- Esports: En aquest apartat s'engloben els esdeveniments esportius com parits de bàsquet o de futbol.
- Teatre: les representacions teatrals de la ciutat.

3.5 Arquitectura del sistema

En el sistema tindrem quatre tipus d'agents diferents:

- Agent Personal: Agent que representa a la persona que desitja obtenir recomanacions i fer cerques. Cada turista tindrà el seu propi agent personal.
- Agent Recomanador: Agent que realitza la tasca de la recomanació y manté el perfil dels usuaris.
- Agent Broker: Agent que ofereix la possibilitat de realitzar consultes d'activitats.
- Agents d' Activitat: Es tracta d'un conjunt d'agents que representen diferents tipus d'activitats culturals. Aquest agents són: agent Monuments, Museus, Itineraris, Exposicions, Conferències, Concerts, Esports, Teatre i Cinema.

L'arquitectura del sistema és la que podem veure en la **Fig. 3**

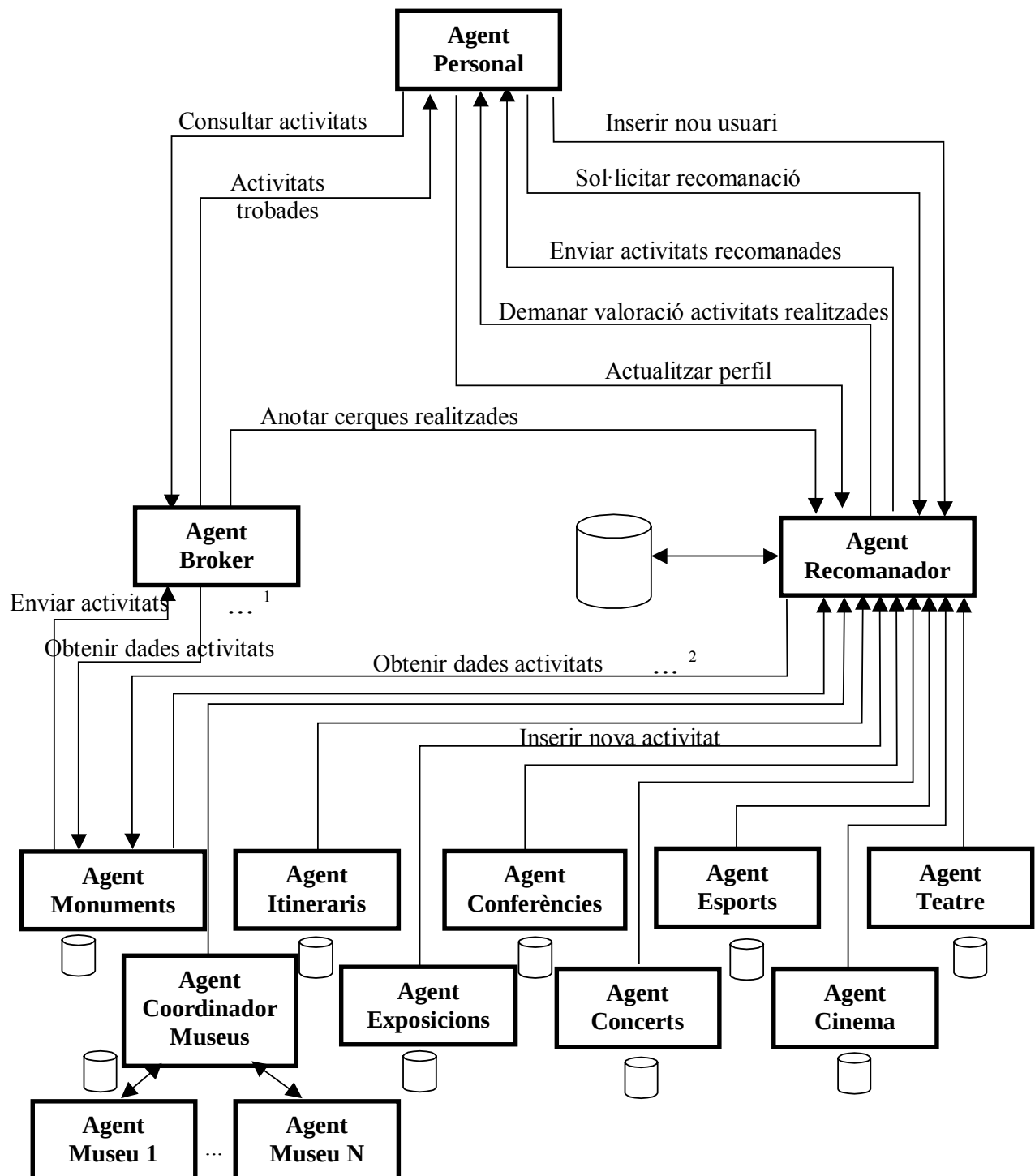


Fig. 3 Arquitectura del sistema¹²

¹ Els missatges Enviar activitats i Obtenir dades activitats de l'agent Broker s'envien per tots els agents d'activitat

² El missatge Obtenir dades activitats de l'agent Recomanador s'envia per tots els agents d'activitat

Anem a comentar en detall les funcionalitats dels diferents tipus d'agents:

- **Agent Personal:** representa un usuari. L'objectiu del agent Personal és el de fer d'interfície entre el SMA i l'usuari. La seva funció és la de comunicar-se amb l'agent Recomanador per obtenir recomanacions d'activitats turístiques o culturals, així com proporcionar dades per a la creació i actualització del perfil d'usuari. També té la missió de comunicar-se amb l'agent Broker per a realitzar cerques d'activitats que compleixin certes condicions.

L'agent personal inicialment busca quins agents Recomanadors i Broker hi ha al sistema i en selecciona un de cada tipus. Després demana les dades del usuari mitjançant un formulari que presenta en una interfície gràfica. A continuació l'agent Personal envia a l'agent Recomanador les dades de l'usuari. Llavors es mostra la interfície de l'agent Personal, on es podran demanar les cerques al Broker, recomanacions al Recomanador i actualitzar les dades de l'usuari. En obtenir la recomanació s'indicarà les activitats que es volen realitzar i en quina data perquè posteriorment (l'endemà d'haver realitzat l'activitat) el Recomanador demanarà a l'agent Personal que faci valoracions de les activitats. Amb aquestes valoracions s'actualitzarà el perfil del usuari.

- **Agents d'Activitat:** Anomenarem agents d'Activitat a un grup d'agents que tenim en el sistema i que emmagatzemen informació sobre els actes culturals de la ciutat. Els agents d'activitat són els agents Monuments, Museus, Itineraris, Exposicions, Conferències, Concerts, Esports, Teatre i Cinema. Representen activitats turístiques o culturals. Aquests agents contenen tota la informació de cada activitat que es trobi en el sistema en la seva pròpia base de dades local. Els agents d'Activitat es comuniquen amb els agents Broker i Recomanador. Quan arriba una nova activitat al sistema l'agent d'Activitat es comunica amb l'agent Recomanador, perquè aquest tingui constància d'una nova activitat que pot ser recomanada als turistes; i amb l'agent Broker per afegir a la seva cache les dades necessàries per fer les cerques.

Els agents d'Activitat inicialment busquen quins agents Recomanador i Broker hi ha al sistema i en seleccionen un de cada tipus. A continuació envien a aquest dos agents totes les dades d'activitats que tenen en les seves bases de dades. Llavors els agents d'Activitat mostres les seves interfícies gràfiques amb la informació de les dades de que disposen a la seva base de dades. A partir d'aquí es poden afegir noves activitats al sistema que es desaran a la base de dades local de l'activitat i s'enviaran a l'agent Broker i al agent Recomanador, també s'esperarà a rebre peticions d'aquests dos agents per enviar-los les dades que sol·licitin. Els identificadors de les activitats els generaran els agents d'Activitat, els identificadors consistiran en el nom local de l'agent d'Activitat, més un número generat aleatòriament. Es consultarà a la base de dades si ja existeix aquell identificador, si fos així es tornaria a generar les vegades que calgués fins a obtenir un identificador únic.

Pel que fa als museus no estan construïts igual que la resta d'agents d'Activitat. Cada museu estarà representat per un agent Museu, no com els altres agents d'Activitat on el mateix agent representava totes les activitats del mateix tipus. En aquest cas s'incorpora un nou tipus d'agent, l'agent Coordinador de Museus. L'agent Museu buscarà al sistema l'agent Coordinador de Museus i li enviarà les dades del museu al que representa. Aquest agent mostrarà una interfície gràfica amb les dades del museu i es tindrà la possibilitat de modificar aquestes dades i reenviar-les al Coordinador. El Coordinador per la seva banda,

cercarà quins agents Recomanador i Borker i ha al sistema i en seleccionarà un de cada tipus. Quan rebí les dades de museus dels agents Museu les desarà a la seva base de dades local i es comunicarà amb el Recomanador i el Broker per enviar-li les dades (farà al mateix quan s'actualitzin les dades). Llavors el Coordinador esperarà rebre peticions de dades de museus per part del Broker i del Recomanador.

- **Agent Broker:** L'agent Broker torna la informació sol·licitada pels agents Personals al fer una cerca de les activitats turístiques. El Broker manté algunes de les característiques de les activitats per agilitar el procés de cerca. Les característiques que manté són les que s'enumeren en l'objecte Consults de la secció 3.6.2.1 a més d'un identificador d'activitat. L'agent Broker rep les dades de noves activitats dels agents d'activitat. Quan un usuari vol realitzar una cerca es posa en contacte amb l'agent Broker, aquest realitza la cerca a partir de les dades que manté a la cache. Un cop acabada la cerca es posa en contacte amb els agents d'activitat per a obtenir les dades completes de cada activitat. Finalment ofereix tota la informació de les activitats trobades al agent Personal i envia a l'agent Recomanador les activitats que ha cercat per a que aquest actualitzi el seu perfil.

L'esquema en seqüència de la comunicació entre l'agent Broker i la resta dels agents del sistema és el que podem veure en la **Fig. 4**.

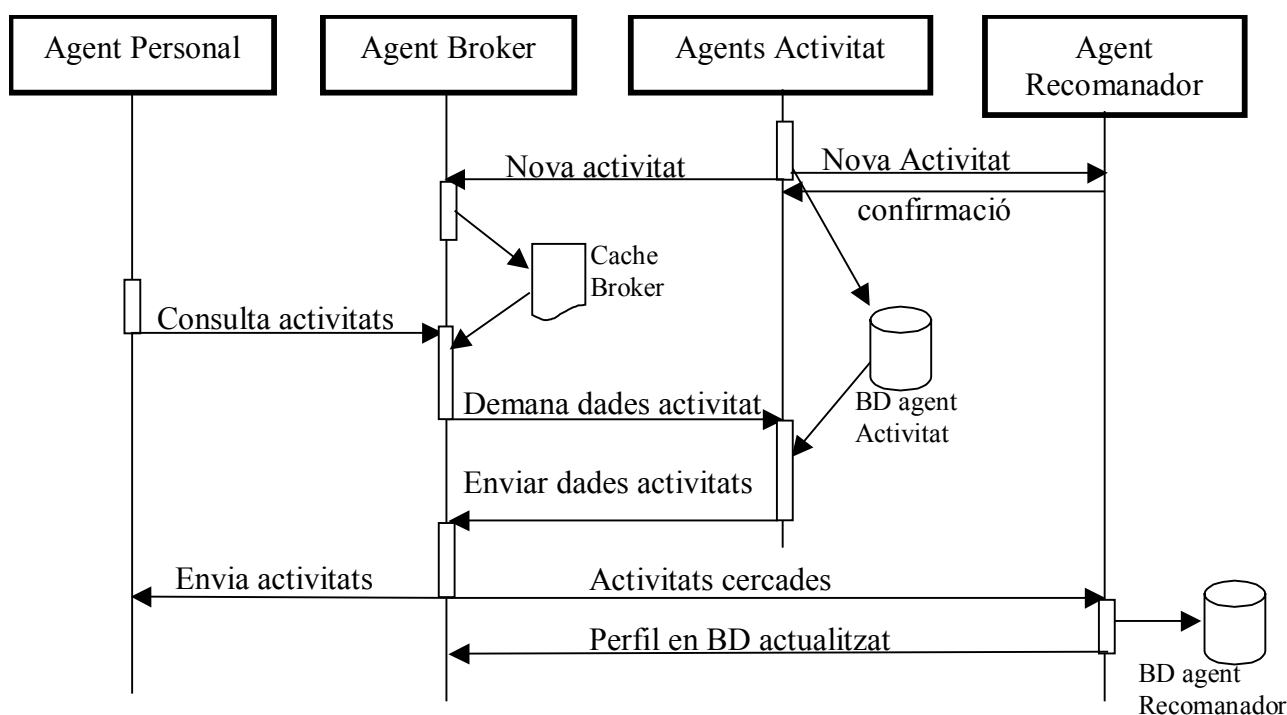


Fig. 4 Interacció del Broker amb la resta d'agents del sistema

- **Agent Recomanador:** És l'encarregat d'elaborar i gestionar els perfils dels usuaris. Amb la informació de cerques fetes i les valoracions proporcionades pels usuaris, l'agent Recomanador podrà crear i actualitzar dinàmicament el perfil de cada usuari. L'agent Recomanador desa en la seva base de dades una selecció de les dades de les activitats per poder realitzar recomanacions. Aquestes dades són les que s'enumeren en la secció 7.1.1.

En el moment que un usuari demana una recomanació, l'agent Recomanador la realitza a partir del perfil d'usuari. Una vegada acabada la recomanació es posa en contacte amb els agents d'Activitat per obtenir les dades complertes de cada activitat i envia tota la informació de les activitats trobades al agent Personal. Posteriorment l'agent Recomanador es posa en contacte amb l'agent Personal, el Recomanador diàriament comprova quines activitats va realitzar l'usuari el dia anterior i llavors es posa en contacte amb l'agent Personal per obtenir una valoració de les activitats que ha realitzat l'usuari i actualitzar-ne el seu perfil. En la secció 5.5 es donaran més detalls sobre el procés de recomanació.

L'esquema en seqüència de la comunicació entre l'agent Recomanador i la resta d'agents del sistema és el que podem veure en la Fig. 5.

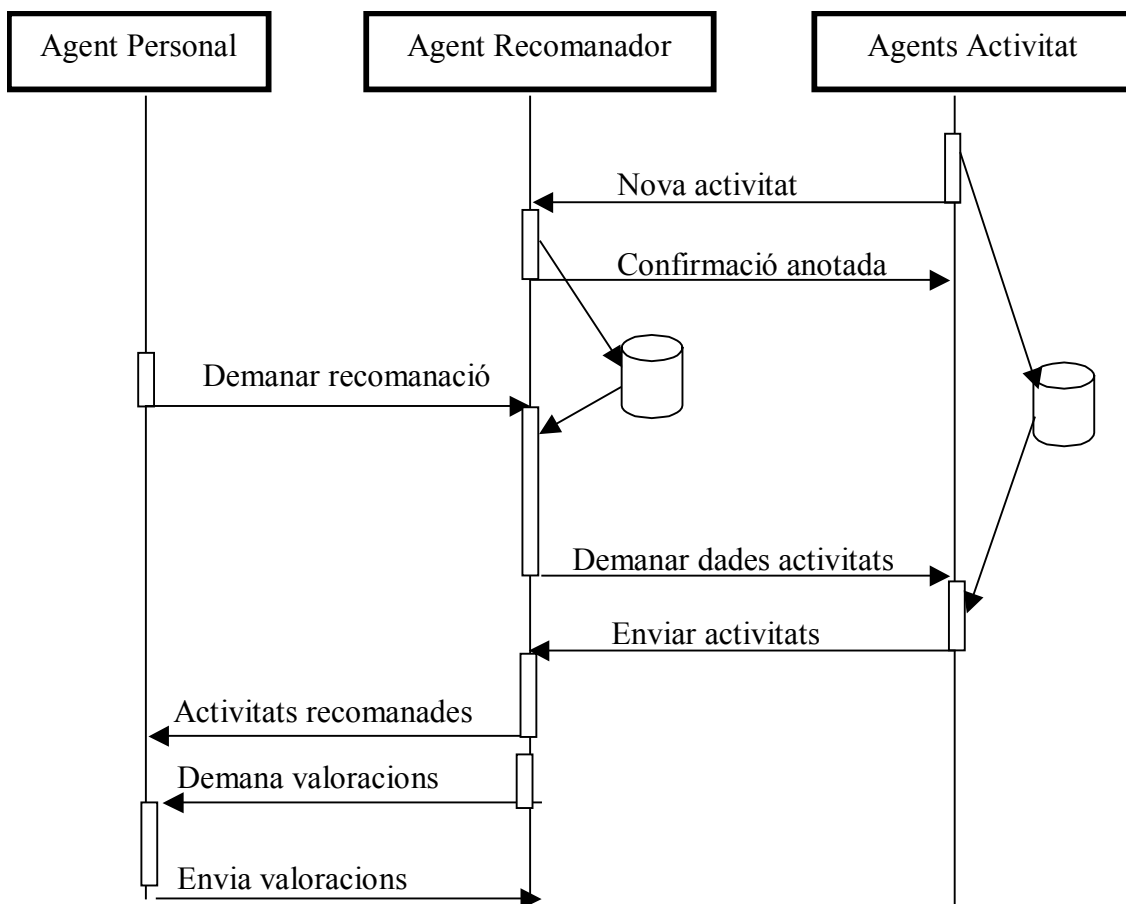


Fig. 5 Comunicació entre l'agent Recomanador i la resta d'agents

3.6 Comunicació entre agents

L'acte comunicatiu en un SMA es basa en el pas de missatges entre agents. Per poder comunicar-se correctament, els agents necessiten uns protocols, una ontologia comú i un llenguatge comú.

El llenguatge que usarem serà el llenguatge definit per la FIPA: FIPA-SL [FIPA, 2000c]. El protocol usat es comenta en la secció 3.6.1.

L'ontologia l'hem definit nosaltres i es veurem en la secció 3.6.2.

3.6.1 Protocol

El protocol de comunicació defineix quins patrons determinats segueixen els agents quan realitzen l'acte comunicatiu. Serveix per portar un control de la conversa entre agents de manera que cada agent sap en tot moment quins missatges pot enviar i quins pot rebre.

La FIPA com a organisme normalitzador ha definit una sèrie de protocols [FIPA,1998a]. En el nostre cas, un agent determinat demana a un altre que realitzi una acció i que li retorni uns resultats. Del conjunt de protocols definits per la FIPA, el que més s'adequa a les nostres necessitats és el protocol FIPA-Request. Podem veure l'esquema seqüencial de pas de missatges del protocol FIPA-Request entre dos agents en la **Fig. 6**.

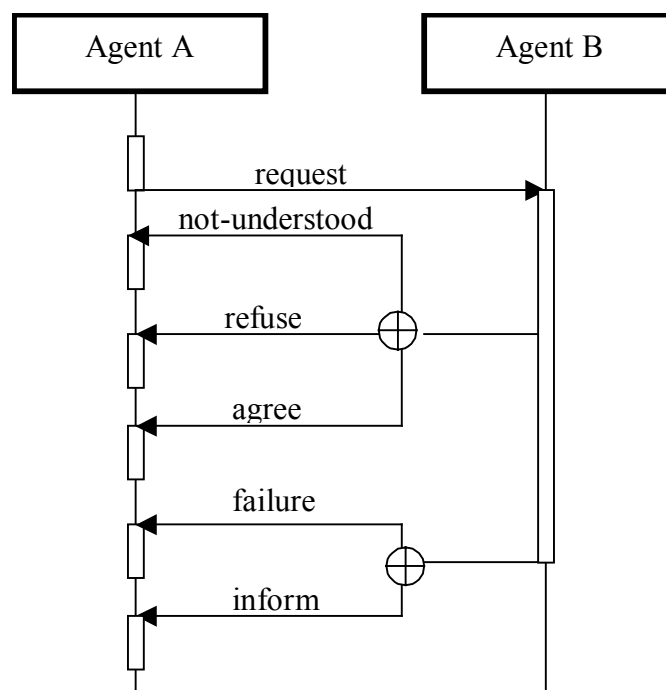


Fig. 6 Protocol FIPA-Request

3.6.2 Ontologia

L'ontologia defineix el vocabulari o objectes utilitzats en els missatges, el conjunt de predicats que podem formar i les accions que es poden sol·licitar a un agent.

En l'ontologia del nostre SMA només necessitem objectes i accions. La llengua usada en l'ontologia ha estat l'anglès. Així doncs, aquesta ontologia consistirà en la definició dels següents objectes o *frames*, formats pels camps o *slots* de tipus simple, altres frames o un conjunt d'elements, que es detallen a continuació.

3.6.2.1 Objectes

L'objecte Activities

L'objecte Activitats proporciona informació d'un conjunt d'activitats del sistema.

Activities			
Paràmetre	Tipus	Ús ³	Descripció
museums	Set of Museum	O	Informació dels museus
monuments	Set of Monument	O	Informació dels monuments
exhibitions	Set of Exhibition	O	Informació de les exposicions
itineraries	Set of Itinerary	O	Informació dels itineraris
conferences	Set of Conference	O	Informació de les conferències
concerts	Set of Concert	O	Informació dels concerts
sports	Set of Sport	O	Informació dels esdeveniments esportius
films	Set of Film	O	Informació de les sessions de cinema
theater	Set of Theater	O	Informació de representacions teatrals

Museum			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
id	String	M	Identificador del monument
name	String	M	Nom del museu
address	Address	M	Direcció del museu
telephone	String	O	Telèfon del museu
web	String	O	Web del museu
schedule	Schedules	M	Horari d'obertura
price	Prices	M	Preu de l'entrada al museu
barriers	Boolean	M	Indica si existeixen barreres arquitectòniques
guide	Boolean	M	Indica si el museu disposa o no de guia.
languages	Set of String	M	Idiomes disponibles en els fullets o els idiomes parlats pels guies.
type	String	M	Tipus de museu ⁴
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat ⁴
art	String	M	Interès que té l'activitat en art ⁴
history	String	M	Interès que té l'activitat en història ⁴
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència ⁴
music	String	M	Interès que té l'activitat en música ⁴
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport ⁴
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema ⁴
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre ⁴
commentaries	String	O	Informació relativa al museu

³ O indica que es tracta d'un camp opcional i M indica que es tracta d'un camp obligatori.

⁴ En la secció 3.7 es pot veure el vocabulari de valors possibles utilitzat per aquest atribut.

Monument			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció ⁵
id	String	M	Identificador del monument
name	String	M	Nom del monument
address	Address	M	Direcció del monument
schedule	Schedules	O	Horaris
price	Prices	M	Preu
barriers	Boolean	M	Indica si existeixen Barreres arquitectòniques
type	String	M	Tipus de monument
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat
art	String	M	Interès que té l'activitat en art
history	String	M	Interès que té l'activitat en història
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència
music	String	M	Interès que té l'activitat en música
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre
commentaries	String	O	Informació addicional sobre el monument

Exhibition			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
id	String	M	Identificador
name	String	M	Nombre de l'exposició
address	Address	M	Direcció de l'exposició
schedule	Schedules	M	Horaris
price	Prices	M	Preu
barriers	Boolean	M	Indica si existeixen barreres arquitectòniques
date begin	Date	M	Data d'inici de l'exposició
date end	Date	M	Data de fi de l'exposició
type	String	M	Tipus d'exposició
authors	Set of string	M	Autor o autors de la exposició.
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat
art	String	M	Interès que té l'activitat en art
history	String	M	Interès que té l'activitat en història
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència
music	String	M	Interès que té l'activitat en música
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre
commentaries	String	O	Informació addicional sobre l'exposició

Itinerary			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
id	String	M	Identificador
name	String	M	Nom del itinerari
schedule	Schedules	O	Horaris dels itineraris
price	Prices	M	Preu
barriers	Boolean	M	Indica si existeixen barreres arquitectòniques
guide	Boolean	M	Indica si la visita és guiada o existeix la possibilitat de tenir un guia.
languages	Set of String	M	Idiomes disponibles
type	String	M	Tipus d'itinerari que es realitza
time	Integer	M	Temps estimat que durarà l'itinerari.
sites	Set of String	O	Llista de llocs que es visitaran
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat

⁵ En la secció 3.7 es pot veure el vocabulari de valors possibles utilitzat per als atributs.

art	String	M	Interès que té l'activitat en art
history	String	M	Interès que té l'activitat en historia
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència
music	String	M	Interès que té l'activitat en musica
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre
commentaries	String	O	Informació addicional sobre l'itinerari

Conference			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció ⁶
id	String	M	Identificador
name	String	M	Nom de la conferència
address	Address	M	Lloc on es realitzarà la conferència
schedule	String	M	Hora d'inici de la conferència.
price	Prices	M	Preu
barriers	Boolean	M	Indica si existeixen barreres arquitectòniques
date	Date	M	Data en que es realitza la conferència
lecturers	Set of string	O	Nom de los conferencians
languages	String	M	Idioma en que es realitzarà la conferència
type	String	M	Tema de la conferència
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat
art	String	M	Interès que té l'activitat en art
history	String	M	Interès que té l'activitat en historia
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència
music	String	M	Interès que té l'activitat en musica
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre
commentaries	String	O	Informació addicional sobre la conferència

Concert			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
id	String	M	Identificador
name	String	M	Nom del concert
address	Address	M	Lloc on es realitzarà el concert
schedule	String	M	Hora d'inici del concert
price	Price	M	Preu
barriers	Boolean	M	Barreres arquitectòniques
date	Date	M	Dia en que es celebrarà el concert
interprets	Set of string	O	Músics o cantants
commentaries	String	O	Informació addicional sobre el concert
style	String	M	Estil musical del concert
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat
art	String	M	Interès que té l'activitat en art
history	String	M	Interès que té l'activitat en historia
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència
music	String	M	Interès que té l'activitat en musica
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre

⁶ En la secció 3.7 es pot veure el vocabulari de valors possibles utilitzat per als atributs.

Sport			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció ⁷
id	String	M	Identificador
name	String	M	Nom de l'activitat esportiva
address	Address	M	Lloc on es realitzarà l'activitat esportiva
schedule	String	M	Hora d'inici
price	Price	M	Preu
barriers	Boolean	M	Barreres arquitectòniques
date	Date	M	Data
type	String	M	Tipus d'activitat esportiva
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat
art	String	M	Interès que té l'activitat en art
history	String	M	Interès que té l'activitat en història
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència
music	String	M	Interès que té l'activitat en música
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre
commentaries	String	O	Informació addicional sobre l'activitat esportiva

Film			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
id	String	M	Identificador
name	String	M	Nom de la pel·lícula
address	Address	M	Lloc on es realitzarà la projecció cinematogràfica
schedule	String	M	Hora d'inici
price	Price	M	Preu
barriers	Boolean	M	Indica si existeixen barreres arquitectòniques
date	Date	M	Data
genre	String	M	Gènere
director	String	M	Director del film
actors	Set of String	M	Actors
language	String	M	Idioma de la pel·lícula
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat
art	String	M	Interès que té l'activitat en art
history	String	M	Interès que té l'activitat en història
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència
music	String	M	Interès que té l'activitat en música
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre
commentaries	String	O	Informació addicional sobre la projecció

Theater			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
id	String	M	Identificador
name	String	M	Nom de la representació
address	Address	M	Lloc on es realitzarà la representació
schedule	String	M	Hora d'inici
price	Prices	M	Preu
barriers	Boolean	M	Indica si existeixen barreres arquitectòniques
date	Date	M	El dia de representació
genre	String	O	Gènere

⁷ En la secció 3.7 es pot veure el vocabulari de valors possibles utilitzat per als atributs.

director	String	M	Director del film
actors	Set of String	M	Actors
language	String	M	Idioma
age	String	M	Edat indicada per realitzar l'activitat
art	String	M	Interès que té l'activitat en art
history	String	M	Interès que té l'activitat en historia
science	String	M	Interès que té l'activitat en ciència
music	String	M	Interès que té l'activitat en musica
sport	String	M	Interès que té l'activitat en esport
cinema	String	M	Interès que té l'activitat en cinema
theater	String	M	Interès que té l'activitat en teatre
commentaries	String	O	Informació addicional sobre l'espectacle

Prices			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
price	Float	M	Preu
freeEntrance	Set of String	O	Grups con entrada gratuïta
discounts	Set of String	O	Grups con descompte

Postal Address			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
country	String	M	País
zip code	String	O	Codi postal
city	String	M	Ciutat
street	String	M	Carrer
street_number	String	O	Número

Date			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
day	Integer	M	Dia
month	Integer	M	Mes
year	Integer	M	Any

Schedules			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
workable	set of String (hh:mm – hh:mm)	M	Horari dels dies laborables
holidays	set of String (hh:mm – hh:mm)	O	Horari dels festius
closed	Set of String	M	Dies que esta tancat

L'objecte User

La classe usuari proporciona dades personals i dels interessos de l'usuari.

User			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció ⁸
id	String	M	Identificador
date_of_birth	Date	M	Data de naixement
country	String	M	País de procedència
studies	String	O	Nivell d'estudis de l'usuari
dateIni	Date	M	Dia que l'usuari arriba al destí de vacances
DateEnd	Date	M	Dia que l'usuari té previst anar-se'n del lloc de vacances
discap	Boolean	M	Indica si l'usuari pateix alguna discapacitat que l'obligui a usar cadira de rodes
languages	Set of String	M	Idiomes que parla o entén l'usuari
companions	Float	O	Acompanyants de l'usuari
art	Float	M	Interès en art
history	Float	M	Interès en història
science	Float	M	Interès en ciència
music	Float	M	Interès en música
sport	Float	M	Interès en esport
cinema	Float	M	Interès en cine
theater	Float	M	Interès en teatre

L'objecte Consults

Són les dades necessàries per realitzar una consulta al Broker. També són les dades que manté aquest agent.

Consults			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
type	Set of String	M	Tipus d'activitat (museu, monument, etc.)
subtype	Set of String	M	Subtipus d'activitat (religiós, civil,..., futbol, tenis)
discap	Boolean	M	Si és cert, NO llistarà les activitats que tinguin barreres arquitectòniques.
languages	Set of String	M	Idiomes que parla o entén l'usuari
priceMax	Integer	M	Preu màxim que l'usuari vol pagar
dateB	Date	M	Data d'inici per fer la cerca
dateE	Date	M	Data final per fer la cerca
typePrice	String	M	Llista, només, les activitats lliures o amb descomptes
age	String	M	Llista les activitats amb adequades a l'edat
guided	Boolean	M	Si és cert, llista només les activitats guiades

L'objecte Valuation

Proporciona la valoració d'una activitat feta per l'usuari.

Valuation			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
activities	Set of Valuation	M	Valoracions de les activitats

⁸ En la secció 3.7 es pot veure el vocabulari de valors possibles utilitzat per als atributs.

L'objecte Valuations

Proporciona la valoració d'una activitat feta per l'usuari.

Valuations			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
id	Integer	M	Identificador activitat
value	Integer	M	Valoració de l'activitat

L'objecte AcceptedActivity

Es compon de les dades necessàries per a que l'usuari indiqui quines activitats decideix que realitzarà i quan.

AcceptedActivity			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
idActivity	String	M	Identificador de l'activitat
name	String	O	Nom de l'activitat
date	Date	O	Data en que es realitzarà l'activitat

3.6.2.2 Accions

Amb els objectes definits anteriorment no en tenim prou per realitzar la comunicació entre els agents, necessitem unes accions per poder sol·licitar les funcions pròpies de cada agent. Anem a veure les accions necessàries.

L'acció NewUser

Sol·licitada per l'agent Personal, envia les dades personals i de preferències, mitjançant l'objecte Usuari, i demana a l'agent Recomanador que guardi les dades en la seva base de dades.

NewUser			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
user	User	M	Dades de l'usuari

La informació que s'intercanviarà serà la següent:

- **Request:**
 - User: Totes les dades demanades en el formulari d'usuari.
- **Inform:**
 - Done

L'acció Recommendation

Sol·licitada per l'agent Personal, demana al agent Recomanador que li recomani activitats segons el seu perfil. L'agent Recomanador retorna una llista d'activitats recomanades.

La informació que s'intercanviarà serà la següent:

- **Request:**
 - Null.
- **Inform:**
 - Activities: Activitats recomanades.

L'acció AcceptActivities

La realitza l'agent Personal, s'envia a l'agent Recomanador. L'agent personal indica quines activitats decideix realitzar d'entre les obtingudes anteriorment en una consulta o recomanació. El Recomanador desa aquestes dades a la base de dades.

AcceptActivities			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
activities	Set of AcceptedActivity	O	Llista d'activitats que l'usuari decideix realitzar

La informació que s'intercanviarà serà la següent:

- **Request:**
 - ❑ activities: Activitats i dia que l'usuari decideix realitzar.
- **Inform:**
 - ❑ Done.

L'acció RequestValuation

Sol·licitada per l'agent Recomanador, avisa a l'agent Personal que precisa d'una valoració de les activitats que ha realitzat l'usuari. L'agent Personal retorna les dades de les valoracions fetes per l'usuari de les activitats que ha realitzat.

RequestValuation			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
idActivity	Set of String	M	Identificadors de les activitats

La informació que s'intercanviarà serà la següent:

- **Request:**
 - ❑ IdActivity: Identificadors de les activitats que s'han de valorar.
- **Inform:**
 - ❑ Valuations: Valoracions de l'usuari de les activitats realitzades

L'acció Consult

Sol·licitada per l'agent Personal, demana a l'agent Broker que llisti les activitats segons els paràmetres de la consulta. L'agent Broker retorna una llista d'activitats trobades.

Consult			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
consultation	Consults	M	Consulta d'activitats

La informació que s'intercanviarà serà la següent:

- **Request:**
 - ❑ Consultation: Dades de la consulta que l'usuari desitja fer.
- **Inform:**
 - ❑ Activities: Activitats trobades a partir de les dades rebudes.

L'acció NewActivity

Sol·licitada per un agent d'activitat (Monument, Itinerari, etc.), envia les dades de l'activitat, i demana a l'agent Recomanador que desigui les dades en la seva base de dades.

NewActivity			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
activity	Activities	M	Nova activitat introduïda en el sistema

La informació que s'intercanviarà serà la següent:

- **Request:**
 - ❑ Activity: Activitat introduïda per un dels agents d'activitat.
- **Inform:**
 - ❑ Null.

L'acció ObtainActivities

Sol·licitada per l'agent Broker o l'agent Recomanador, envia l'identificador de l'activitat, i demana als agents d'activitat (Monument, Itinerari, etc.) que enviïn la informació de l'activitat especificada

ObtainActivities			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
idActivity	String	M	Identificador de l'activitat

La informació que s'intercanviarà serà la següent:

- **Request:**
 - ❑ idActivity: Identificador de l'activitat.
- **Inform:**
 - ❑ Activity: Activitat demanada per l'agent Broker o Recomanador

L'acció MadeSearches

La realitza l'agent Broker, envia els identificadors de les activitats cercades per l'usuari per a que l'agent Recomanador pugui obtenir més informació de los gustos i preferències de l'usuari..

MadeSearches			
Paràmetre	Tipus	Ús	Descripció
idActivity	Set of String	M	Identificadors de les activitats
idUser	String	M	Identificador de l'usuari

La informació que s'intercanviarà serà la següent:

- **Request:**
 - ❑ IdActivity: Identificadors de les activitats.
 - ❑ IdUser: Identificador de l'usuari.
- **Inform:**
 - ❑ Done

3.7 Vocabulari utilitzat

És important conèixer el vocabulari utilitzat. A continuació s'enumeren els possibles valors pels atributs utilitzats en l'aplicació.

Valors possibles pels **interessos** dels usuaris en diferents aspectes i/o interès que té una activitat en una determinada característica (interès en història, en art, en ciència, en música, el teatre, en cinema i en esports).

"Nothing", "Little", "Medium", "Rather", "A lot"

Valors possibles per assenyalar l'**edat** indicada per a realitzar una activitat.

"All", "Children", "Young", "Adult", "Pensioner"

Valors possibles per indicar l'**idioma** o idiomes en que es fa una activitat.

"Catalan", "Spanish", "English", "French", "Italian", "Germany"

Valors possibles per al **gènere musical** d'un concert.

"Blues", "Celtic", "Children", "Choral", "Classical", "Country", "Folk", "Gospel", "Heavy Metal", "Hip-Hop", "Jazz", "Latin", "Opera", "Pop", "Punk", "Soul", "Rap", "Reggae", "Rock", "Vocal"

Valors possibles per la **temàtica d'una conferència**.

"Science", "Art", "History", "Others"

Valors possibles per la **temàtica d'una exposició**.

"Painting", "Sculpture", "Photography", "History", "Religion", "Others"

Valors possibles per indicar de quin **gènere** és una **pel·lícula**.

"Action", "Animation's", "Comedy", "Drama", "Documentary", "Horror", "Musicals", "Mystery", "Science Fiction", "Adventure", "Historical", "War", "Western", "Biographical"

Valors possibles per al **tipus d'itinerari**.

"Historical", "Artistic", "Natural"

Valors possibles per al **tipus de monument**.

"Religious", "Civil", "Military"

Valors possibles per al **tipus de esport**.

"Football", "Basketball", "Tennis", "Swimming", "Athletics"

Valors possibles per indicar de quin **gènere** és una obra de **teatre**.

"Classical", "Comedy", "Drama", "Musical", "Children"

Valors possibles per al **nivell d'estudis** de l'usuari.

"Basics", "Graduated", "University"

Valors possibles per als **països d'origen** dels usuaris.

"Spain", "United Kingdom", "Andorra", "Austria", "Belgium", "France", "Germany", "Italy", "Portugal", "Iceland", "Ireland", "Greece", "Gibraltar (UK)", "Malta", "Monaco", "San Marino", "Turkey", "Vatican City", "Liechtenstein", "Luxembourg", "Netherlands", "Switzerland", "Albania", "Belarus", "Bosnia-Herzegovina", "Bulgaria", "Croatia", "Czech Republic", "Estonia", "Hungary", "Latvia", "Lithuania", "Macedonia", "Moldova", "Poland", "Romania", "Russia", "Serbia-Montenegro", "Slovakia", "Slovenia", "Ukraine", "Denmark", "Finland", "Norway", "Sweden"

Valors possibles per als **acompanyants** de l'usuari.

"Alone", "Family", "Couple", "Friends"

Valors possibles per enumerar l'**edat** dels grups amb descomptes o entrada lliure.

"Children", "Students", "Pensioners", "Unemployed "

Valors possibles per al **tipus de museus**.

"Art", "History", "Archaeology", "Science", "Military", "Religious", "Others"

Valors possibles per a les **valoracions** de les activitats per part dels usuaris.

"Horrible", "Bad", "Good", "Very Good", "Excellent"

Valors possibles per l'**edat** dels usuaris.

"Less_than_18_years", "Between_18_and_25_years", "Between_25_and_30_years", "Between_30_and_45_years", "Between_45_and_60_years", "More_than_60_years";

4 JADE

JADE (Java Agent Development Enviroment) és un entorn de construcció de Sistemes Multiagent, conté un conjunt de llibreries escrites en JAVA i proporciona un conjunt de *packages* JAVA que permeten crear agents. A més de proporcionar les funcions de maneigament d'agents a baix nivell i les interfícies que faciliten la programació, també ens presenta un entorn d'execució on els agents podran executar-se i interactuar.

La versió utilitzada per a la implementació d'aquest projecte és la 3.01.

JADE es compon d'un conjunt de paquets que descriurem a continuació:

- ❑ **jade.core:** conté el nucli del sistema. Proporciona la classe `jade.core.Agent` que és imprescindible per a la creació de SMA. També conté el paquet `jade.core.behaviours` que inclou les classes de comportaments suportats.
- ❑ **jade.lang:** conté les classes específiques per a suportar un llenguatge de comunicació entre agents. Està format pel paquet `jade.lang.acl`.
- ❑ **jade.content:** conté les classes específiques per a suportar un llenguatge de comunicació entre agents (ACL), així com la utilització i definició d'ontologies. Està format pels paquets `jade.content.lang` i `jade.content.onto`.
- ❑ **jade.domain:** conté totes les classes per representar la plataforma d'agents i els models del domini, tal com entitats per a l'administració d'agents, llenguatges i ontologies (AMS, DF, ACC ...).
- ❑ **jade.proto:** paquet que conté els protocols d'interacció entre agents FIPA.
- ❑ **jade.tools:** trobem algunes eines que faciliten el desenvolupament d'aplicacions i l'administració de la plataforma:
 - *Remote Management Agent (RMA):* actua com una consola gràfica per a l'administració i control de la plataforma.
 - *Dummy Agent:* és una eina de monitorització i depuració, composta per una interfície gràfica i un agent JADE. Permet crear missatges ACL i enviar-los a altres agents, podent visualitzar-los.
 - *Introspector Agent:* eina que permet la monitorització del cicle de vida d'un agent.
 - *Sniffer:* agent que intercepta missatges ACL i els visualitza.
 - *SocketProxyAgent:* agent que actua com un *gateway* bidireccional entre la plataforma JADE i una connexió TCP/IP.
- ❑ **jade.gui:** conté eines per construir interfícies gràfiques.

4.1 Plataforma d'agents

A JADE, els agents resideixen en un entorn predefinit anomenat plataforma. Cada plataforma està dividida en contenidors i cadascun d'ells contindrà agents. Els contenidors poden entendre's com dominis d'agents.

La plataforma s'engega en una màquina determinada, mentre que els agents poden residir en màquines diferents o no. Jade proporciona un entorn segur perquè els agents es puguin comunicar.

Tal com es defineix a la FIPA [FIPA, 1998b], en cada plataforma es defineixen dos agents vitals pel funcionament del sistema: el *Domain Facilitator* (DF), que proporciona un servei de *Pàgines Grogues* i l' *Agent Management System* (AMS, que proporciona un servei de *Pàgines Blanques*).

Gràcies a aquests serveis, si un agent A vol enviar un missatge a un agent B que desenvolupa la tasca T, l'agent A preguntarà al DF quin o quins agents poder fer-se càrrec de la tasca T. Quan es vulgui conèixer l'adreça d'un agent determinat, preguntarà a l'AMS que és qui coneix tots els agents de la plataforma.

4.2 Agents

Una agent JADE és un objecte de la classe *Agent*. Per crear un agent hem d'estendre la classe *Agent* i implementar els mètodes que són obligatoris de la classe. Dos mètodes molt importants que s'han d'implementar necessàriament són:

- ❑ **setup()** : aquest mètode s'executa quan l'agent entra al sistema per primera vegada. Inicialitza l'agent i posa en marxa comportaments.
- ❑ **takeDown()** : aquest mètode s'executa quan se surt del sistema. Finalitza l'agent.

4.3 Llenguatge de comunicació

El llenguatge FIPA –SL (*Semantic Language*) és un llenguatge formal amb el qual es pretén poder especificar una gran varietat de problemes. En FIPA-SL es poden formar expressions lògiques, intercanviar informació entre agents i expressar accions a realitzar. La notació utilitzada és semblant al Lisp: es defineixen un conjunt de predicats genèrics i cadascun té una sèrie d'atributs i paràmetres.

4.4 Comportaments

Per a donar funcionalitat a un agent s'hauran de definir comportaments (behaviours). Cal implementar com a mínim un comportament per agent. Per cada servei que hagi de donar un agent s'implementarà un o més comportaments.

Jade proporciona un conjunt de comportaments amb els quals podem treballar. Un *scheduler* intern controlarà l'execució de tots els comportaments. N'hi ha de dos tipus:

- Comportaments simples: no tenen fills. S'agrupen en la classe abstracta **SimpleBehaviour**. representa un comportament atòmic que s'executa sense interrupcions. Pot ser dels tipus:
 - **OneShotBehaviour**: si s'executa una sola vegada.
 - o **SenderBehaviour**: comportament per enviar missatges ACL. S'executa el mètode *send()* de manera atòmica.
 - **CyclicBehaviour**: si executa una acció cíclicament.
 - **TickerBehaviour** : periòdicament executa un tros de codi indicat per l'usuari.
 - **WakerBehaviour**: és una OneShot task que s'executarà només després de produir-se un time-out.
- Comportaments compostos: poden tenir fills, s'agrupen en la classe abstracta **CompositeBehaviour**. En té tres subclasses:
 - **SequentialBehaviour**: executa tots els seus fills de manera seqüencial i acaba quan tots els fills acaben.
 - **ParallelBehaviour**: executa els fills concurrentment, Acaba quan es compleix una condició, per exemple, quan tots els fills han acabat, N fills han acabat o algun fill ha acabat.
 - **FSMBehaviour**: executa els fills d'acord a una Màquina d'Estats Finites definida per l'usuari.
- **ReceiverBehaviour**: és un comportament per rebre missatges ACL. S'executa el mètode *receive()* de manera atòmica.

4.5 Ontologia

El contingut dels missatges entre agents són d'una determinada ontologia i s'especifica al camp *ontology*. L'ontologia és molt important, perquè és el vocabulari que s'usarà en els missatges. Una ontologia està formada per tres tipus d'elements:

Una ontologia està formada per objectes o *frames*: cada *frame* està compost per atributs. Cada atribut o *slot* és un camp d'informació en un objecte, un *slot* pot ser un altre frame, un objecte bàsic o un conjunt d'elements. Cada *slot* està etiquetat i s'hi podrà accedir pel nom i pel tipus.

Els objectes estan formats per dues parts:

- Definició dels slots: Els slots contenen el nom del slot, el tipus, l'estructura de dades que el manegará, i si és un slot que serà obligatori o opcional en els missatges.
- Definició de la classe Java: s'ha de definir una classe que s'encarregarà de manegar cada objecte o predicat. Aquesta classe haurà de contenir mètodes **set** i **get** per a cada *slot* que haguem definit. Aquestes funcions seran les que ens permetran consultar i omplir les dades del missatge.

Amb tots aquest elements es poden crear totes les entitats que formaran la ontologia i que es classifiquen en tres grups:

- Conceptes: defineixen els objectes
- Predicats: defineixen una sintaxi lògica que permet fer peticions en base a un conjunt de restriccions.
- Accions: es refereixen als serveix que poden oferir els agents.

4.6 Protocols de comunicació

JADE proporciona els elements necessaris (*behaviours* i *performatives*) per definir els protocols descrits per la FIPA [FIPA, 1998b]. Bàsicament els protocols tenen dos parts, la part de qui fa la crida del protocol (*initiator*) i la part de qui manega la resposta d'aquest (*responder*). Cada agent haurà d'estendre els comportaments en funció del seu paper.

JADE no implementa tots els protocols que defineix la FIPA. Veiem els més importants:

4.6.1 Protocol FIPA Request

En aquest protocol un agent demana a un altre agent que realitzi una acció i que li retorni els resultats.

En la Fig. 7 podem veure el protocol FIPA Request. Els quadres blancs representen l'*initiator* i els grisos el *responder*.

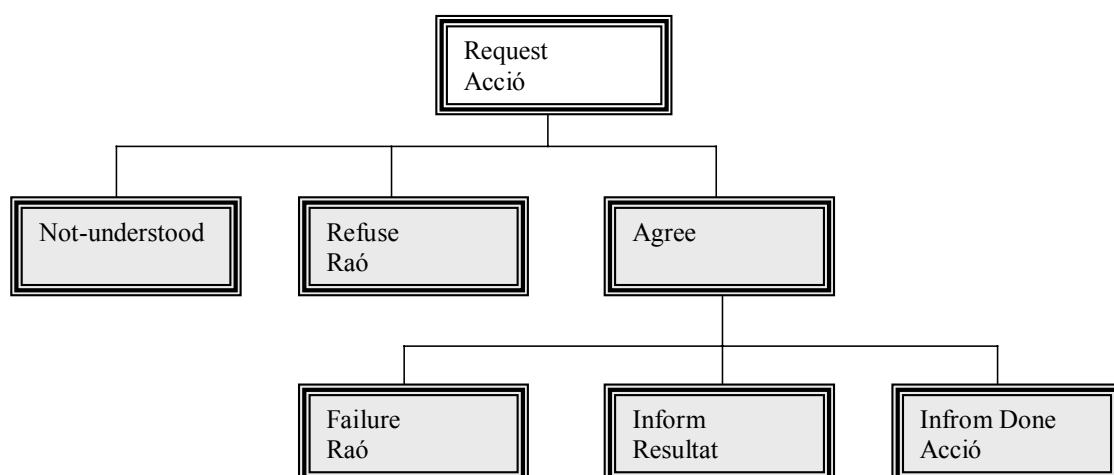


Fig. 7 Protocol Fipa Request

4.6.2 Protocol FIPA Query

S'utilitza quan un agent vol demanar algun tipus d'informació a un altre agent.

En la Fig. 8 podem veure el protocol FIPA Query. Els quadres blancs representen l'*initiator* i els grisos el *responder*.

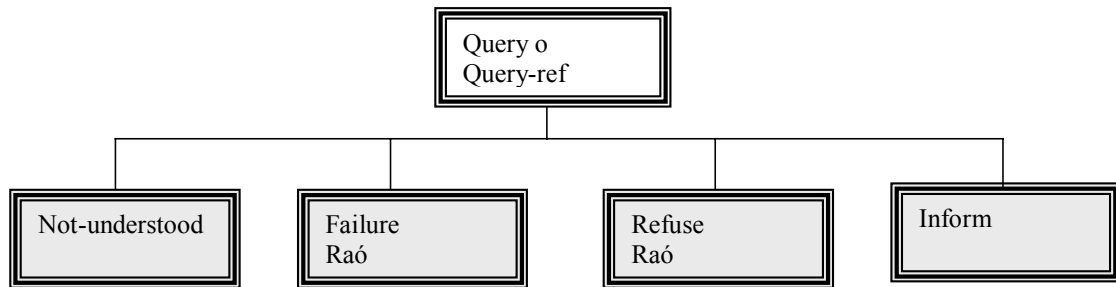


Fig. 8 Protocol FIPA Query

4.6.3 Protocol FIPA Contract Net

Aquest protocol s'utilitza quan es vol realitzar una negociació entre diversos agents.

En la Fig. 9 podem veure el protocol FIPA Contract Net. Els quadres blancs representen l'*initiator* i els grisos el *responder*.

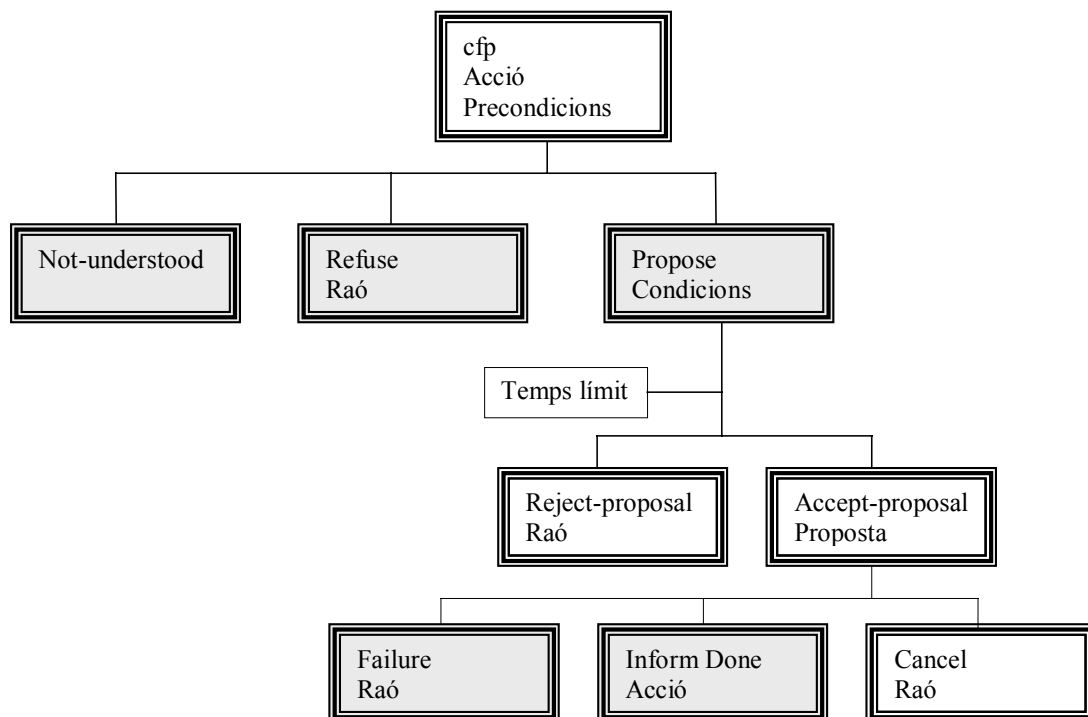


Fig. 9 Protocol FIPA Contract Net

4.6.4 *Classes proporcionades*

Jade proporciona diferents classes per a poder manipular els protocols de comunicació:

- **AchieveREInitiator / AchieveREResponder**: implementen la banda del iniciator i del responder respectivament per els protocols FIPA-Request, FIPA-Query, FIPA-Propose, FIPA-Request-When, FIPA-Recruiting, FIPA-Brokering. Existeix una variant simplificada d'aquestes classes: **SimpleAchieveREInitiator** i **SimpleAchieveREResponder**.
- **ContractNetInitiator / ContractNetResponder**: implementen l'iniciator i el responder del protocol FIPA-Contract-Net.
- **SubscriptionInitiator / SubscriptionResponder** : implementen l'iniciator i el rsponder del protocol FIPA-Subscribe.

4.7 Eines de desenvolupament JADE

JADE ofereix una interfície gràfica per a l'administració de la plataforma, així com eines per seguir el funcionament del sistema Multi-Agent.

Per iniciar la sessió i els agents hem d'escriure la comanda:

```
java jade.Boot -platform [opcions] [llista d'agents]
```

Si es vol inicialitzar l'entorn gràfic cal posar a les opcions el paràmetre `-gui`. En engegar-se l'entorn gràfic es creen uns quants agents automàticament:

- L'agent RMA: és l'encarregat de controlar la interfície.
- El DF: on es subscriuran els serveis dels agents.
- L'AMS: on es guardaran les adreces dels agents.

La llista d'agents a engegar ha de seguir els següent format: `<nom agent>:ClasseJava`

4.7.1 *RMA*

L'agent RMA (Remote Agent Management) s'ocupa de la interfície gràfica d'una plataforma d'agents. Mostra l'estat de la plataforma a la que pertany i proporciona eines per a demanar accions i per depurar i fer un test d'aplicacions basades en JADE.

A continuació podem veure la interfície gràfica d'un RMA:

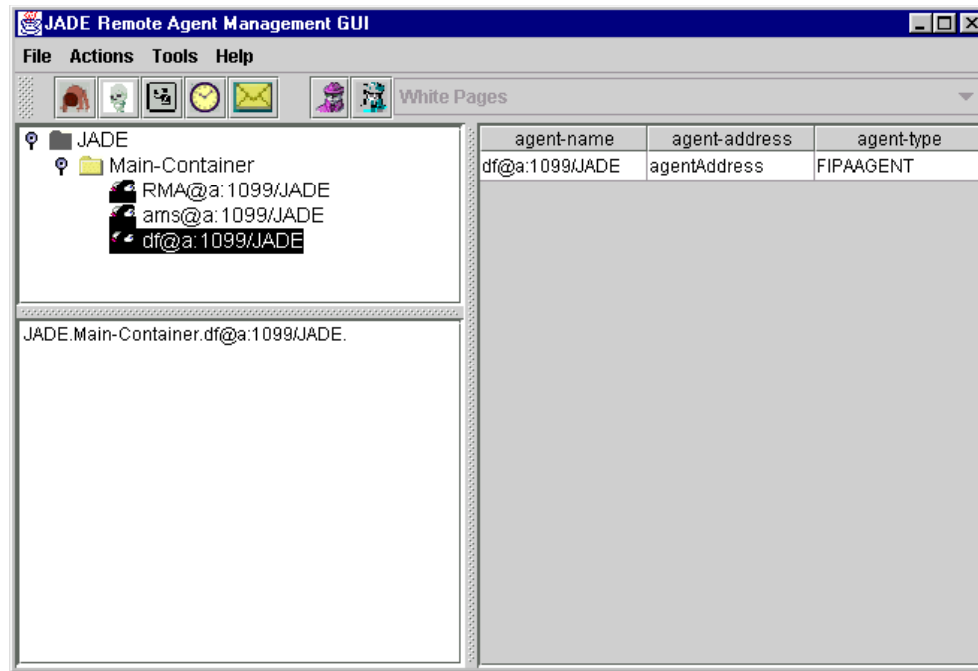


Fig. 10 RMA

4.7.2 Sniffer

És una aplicació JAVA que rastreja l'intercanvi de missatges en un entorn basat en JADE. Permet veure en la seva interfície gràfica (Fig. 11) els missatges que es van passant entre els agents. Si seleccionem alguna de les fletxes que simbolitzen aquest intercanvi, se'ns mostrarà el missatge amb tots els seus paràmetres. És una aplicació JAVA que rastreja l'intercanvi de missatges en un entorn basat en JADE..

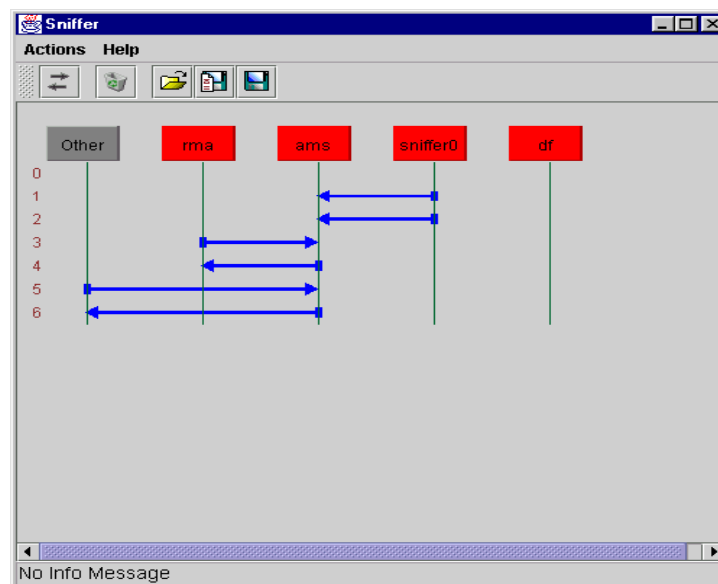


Fig. 11 Sniffer

4.7.3 *Dummy Agent*

Aquest agent permet enviar missatges ACL entre els agents, rebre'ls i inspeccionar-los i llegir i salvar-los a un fitxer.

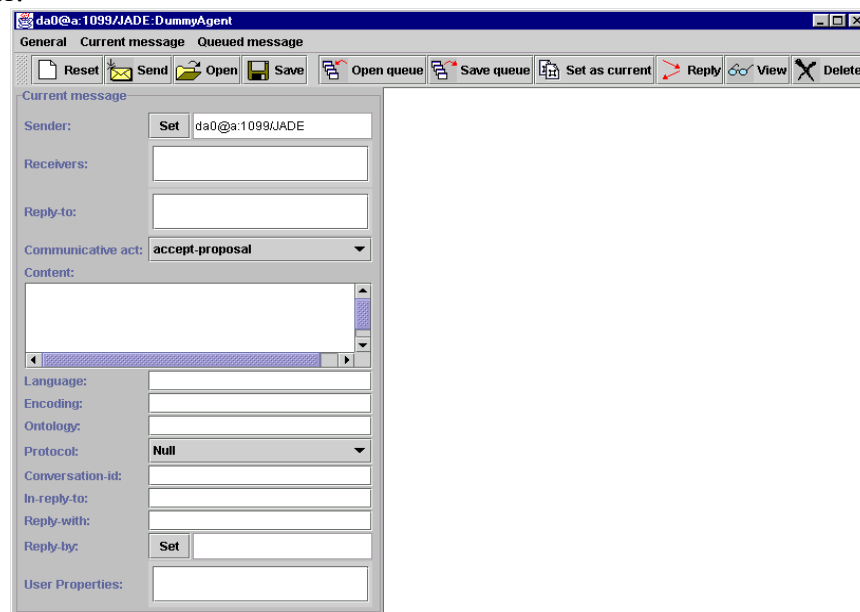


Fig. 12 Dummy Agent

4.7.4 *El Instrospector Agent*

Ens permet monitoritzar el cicle de vida del agent.

4.7.5 *El DF*

També podem activar la interfície de l'agent DF (des del menú *tools*), on podrem observar els agents que s'han registrat i quin serveis ofereixen.

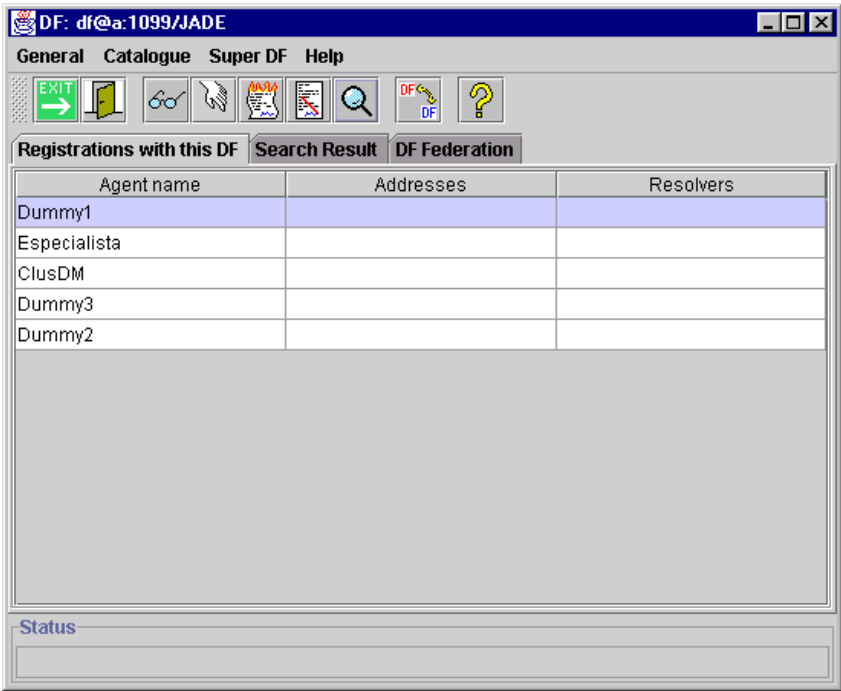


Fig. 13 DF

5 EL SISTEMA RECOMANADOR A TURISTES

En el nostre sistema ens centrarem en turistes que visiten la ciutat *esporàdicament*, això significa que no podem tenir informació històrica o d'un període llarg de temps.

5.1 Representació del perfil d'usuari

Els perfils d'usuari es componen d'una part d'informació demogràfica o personal i d'una part d'interessos i preferències de l'usuari. La majoria de les dades de l'usuari fan referència als interessos i preferències. Els interessos es tracten com un vector de valors entre 0 i 1 on el zero representa que l'usuari té poc interès i 1 que en té molt.

5.1.1 Dades del perfil d'usuari

A continuació s'enumeraran les dades utilitzades per la representació del perfil d'usuari.

Dades demogràfiques:

- *Edat*: Representa l'edat de l'usuari seguint els següents intervals:
 - o *Less_than_18_years*, *Between_18_and_25_years*, *Between_25_and_30_years*, *Between_30_and_45_years*, *Between_45_and_60_years*, *More_than_60_years*
- *País de procedència*: Indica el país de procedència. Veure vocabulari en la secció 3.7.
- *Estudis*: Indica el nivell d'estudis de l'usuari. El vocabulari pels estudis serà el següent:
 - o *Basics*, *Graduated*, *University*
- *Dia d'arribada a Tarragona*: Indica el dia en que l'usuari arriba a Tarragona.
- *Dia de fi de la estança a Tarragona*: Indica el dia en que l'usuari se'n va de Tarragona.
- *Discapacitats físiques*: Indica si l'usuari té alguna discapacitat física que no li permeti realitzar algunes activitats (cadira de rodes).
- *Idiomes*: Indica quins idiomes parla o entén l'usuari entre el subgrup d'idiomes més comuns en el turisme en aquesta zona:
 - o *Catalan*, *Spanish*, *English*, *French*, *Italian*, *Germany*
- *Acompanyants*: Indica si l'usuari ve acompanyat o no i de quin tipus d'acompanyats es tracta.
 - o *Alone*, *Family*, *Couple*, *Friends*.
- *Preu*: El preu màxim que està disposat a pagar l'usuari per realitzar una activitat.

Interessos i preferències: La majoria d'aquests atributs tenen un valor real entre 0 y 1. Veure vocabulari en la secció 3.7.

- *Interès en art*: Grau de interès de l'usuari en la pintura.
- *Interès en història*: Grau de interès de l'usuari en la història.
- *Interès en ciència*: Grau de interès de l'usuari en la ciència.
- *Interès en música*: Grau de interès de l'usuari en la música.
- *Interès en esport*: Grau de interès de l'usuari en esport
- *Interès en cinema*: Grau de interès de l'usuari en el cinema
- *Interès en teatre*: Grau de interès de l'usuari en el teatre

5.2 Generació del perfil inicial

Quan s'incorpora un nou usuari al sistema de recomanació, els sistema recollirà informació sobre les seves preferències i característiques per a la generació del perfil inicial preguntant a l'usuari *manualment*, és a dir, obtenint la informació explícitament. Utilitzarem el mètode que es defineix a continuació:

- Oferir a l'usuari un formulari que li permeti donar les seves dades personals i descriure algunes de les seves preferències culturals i d'oci. Aquest formulari és el que s'ha mostrat a continuació.

5.2.1 Dades del formulari

A continuació s'enumeraran quins atributs del perfil d'usuari es preguntaran directament a l'usuari, és a dir, quins atributs estaran en el formulari inicial que haurà d'omplir l'usuari :

Dades demogràfiques:

- Edat (dia, més i any de naixement)
- País de procedència de l'usuari.
- Estudis.
- Temps previst d'estança en Tarragona (dia, més i any que arriba i que marxa)
- Idiomes que coneix l'usuari
- Acompanyants o si viatja sol.
- Discapacitats físiques.

Interessos i preferències:

- Interès en art
- Interès en historia
- Interès en ciència
- Interès en música
- Interès en esports
- Interès en cine ma
- Interès en teatre

En el formulari inicial es demanarà a l'usuari que indiqui el grau d'interès mitjançant termes qualitatius. Internament aquest termes es manegaran numèricament. El valor dels termes que apareixerà en el formulari i la seva traducció numèrica és la que es llista a continuació:

Terme qualitatiu	Valor numèric
Nothing	0
Little	0.25
Medium	0.5
Rather	0.75
A lot	1

El sistema de recomanació gestionarà les dades del perfil inicial creant grups d'usuaris amb perfils semblants o estereotips per a poder realitzar recomanacions col·laboratives. És a dir, es classificaran els usuaris en grups que representen les característiques de les diferents classes d'usuaris. Les dades usades per realitzar aquesta classificació seran dades de tipus personal de l'usuari i interessos.

5.3 Actualització o aprenentatge del perfil d'usuari

El sistema recollirà informació per l'actualització del perfil d'un usuari utilitzant els dos mètodes que es defineixen a continuació:

- **Explícitament:** L'usuari indicarà els seus interessos de la següent manera. L'usuari indicarà quines activitats d'entre les recomanades vol realitzar i en quina data. El sistema recomanador cada dia mirarà quines activitats va realitzar l'usuari el dia anterior i li proporcionarà una llista d'activitats perquè l'usuari en faci una valoració. Llavors l'usuari farà una valoració personal d'aquestes activitats i les transmetrà al Recomanador, que és qui s'encarregarà de actualitzar el perfil.
- **Implícitament:** S'observarà i guardarà el comportament de l'usuari i després s'analitzarà per distingir entre el que li agrada i el que no. És a dir, s'analitzaran els gustos i preferències d'un usuari per realitzar un aprenentatge dels seus gustos. Aquesta informació s'obtindrà observant les cerques d'activitats per part de l'usuari, és a dir, s'observaran les crides al agent Broker. El funcionament consistirà en que l'usuari farà una cerca d'activitats i l'agent Broker li enviarà les dades de les activitats trobades. Però, a més, l'agent Broker proporcionarà els identificadors de les activitats trobades al agent Recomanador, que és qui s'encarregarà d'actualitzar el perfil.

5.3.1 Actualització explícita del perfil a través de valoracions de l'usuari

L'actualització del perfil d'usuari és realitza quan un usuari fa una valoració d'una activitat que ha realitzat. El vocabulari per les valoracions (secció 3.7) és el següent:

"Horrible", "Bad", "Good", "Very Good", "Excellent"

Així doncs, l'agent Recomanador rebrà una llista dels identificadors de les activitats amb una valoració per cadascuna d'elles i actualitzarà els interessos dels usuaris .

L'actualització dels interessos dels usuaris es farà sumant diferents valors al vector d'interessos dels usuaris en cas que l'activitat hagi agradat o restant aquestes mateixes quantitats en cas que l'activitat no hagi agradat. La traducció numèrica de les valoracions és la que es llista a continuació:

Terme qualitatiu	Valor numèric
Horrible	-0.1
Bad	-0.05
Good	0
Very Good	0.05
Excellent	0.1

Un cop tenim els valors numèrics fem el següent: Si l'interès en art, per exemple, de l'activitat és major o igual a 0.5 (activitat amb interès *Medium*. Traducció a la secció 5.2.1) sumarem a l'interès de l'usuari el valor numèric de la valoració. Si l'interès en art de l'activitat és igual a 0 (activitat amb interès *Nothing*. Traducció a la secció 5.2.1) restarem a l'interès de l'usuari el valor numèric de la valoració. Per les activitats amb interès igual a 0.25 (activitat amb interès *Little*. Traducció a la secció 5.2.1) no es farà res. Com que els interessos només poden prendre valors entre 0 i 1 sempre s'ajustarà els resultats obtinguts que se surtin del rang.

D'aquesta manera s'aconsegueix que per les activitats amb un interès alt en art, per exemple, però mal valorades per l'usuari es disminueixi aquest interès. Per les activitats amb un interès alt en art però ben valorades per l'usuari s'augmenta aquest interès. Mentre que per les activitats sense interès en art però mal valorades per l'usuari s'augmenta aquest interès i per les activitats sense interès en art però ben valorades per l'usuari es disminueix aquest interès

Per exemple, suposem que l'interès de l'activitat en art és de 0.75 i l'interès en art de l'usuari és de 0.5. Suposem que l'usuari ha valorat la activitat com a Horrible (valor numèric -0.1).

Com que l'interès en l'activitat és major que 0.5, sumarem a l'interès de l'usuari -0.1. L'interès de l'usuari en art actualitzat quedaria de la següent manera:

$$\text{Interès actualitzat} = 0.5 + (-0.1) = 0.4$$

Evidentment, com a l'usuari no li ha agradat una activitat ben valorada en art, se li ha disminuït en el seu perfil l'interès en art.

5.3.2 Actualització implícita del perfil a través de cerques de l'usuari

L'actualització del perfil d'usuari es realitzar a partir de l'observació que fa el sistema del comportament de l'usuari. Anota els resultats de les cerques d'activitats que realitza l'usuari i les envia al agent Recomanador perquè actualitzi el perfil. El recomanador rep, únicament, els identificadors de les activitats trobades.

El recomanador actualitza el perfil d'usuari sumant o restant un valor fix que depèn de si els interessos en una característica de l'usuari i de l'activitat són semblants o no. Per obtenir més rangs de comparació s'usa un valor η , (per exemple 0.4). Com que els interessos només poden prendre valors entre 0 i 1 sempre s'ajustarà els resultats obtinguts i perquè no surtin del rang. Com anteriorment fem el cas en que es vol actualitzar l'interès en art:

Si l'interès de l'activitat en art és molt més gran que l'interès que en té l'usuari s'augmenta substancialment l'interès de l'usuari. Si l'interès en art de l'activitat és major, però similar, a l'interès de l'usuari s'incrementa en una petita quantitat. Mentre que si l'interès en art d'una activitat és molt menor que l'interès que en té l'usuari es disminueix substancialment l'interès de l'usuari. Si l'interès de l'activitat respecte l'usuari és menor però similar es disminueix en una petita quantitat l'interès de l'usuari.

Per exemple, suposem que l'interès de l'activitat en art és de 1 i l'interès en art de l'usuari és de 0.25.

si $(\text{Interès usuari en art} + \eta < \text{interès activitat}) \Rightarrow \text{Interès usuari actualitzat} = \text{Interès usuari} + 0.2$

si $(\text{Interès usuari en art} + \eta < \text{interès activitat}) \Rightarrow \text{Interès usuari actualitzat} = \text{Interès usuari} + 0.1$

si $(\text{Interès usuari en art} > \text{interès activitat} + \eta) \Rightarrow \text{Interès usuari actualitzat} = \text{Interès usuari} - 0.2$

si $(\text{Interès usuari en art} > \text{interès activitat}) \Rightarrow \text{Interès usuari actualitzat} = \text{Interès usuari} - 0.1$

Com que l'interès de l'usuari + η (0.4) és menor que l'interès de l'activitat en art sumarem a l'interès de l'usuari +0.2. L'interès de l'usuari en art actualitzat quedaria de la següent manera:

$$\text{Interès actualitzat} = 0.25 + 0.2 = 0.45$$

Evidentment, com que l'interès de l'activitat en art que ha cercat l'usuari és alt, suposarem que a l'usuari li agraden activitats relacionades amb l'art, per aquest motiu en el seu perfil d'usuari, l'interès en art es veu incrementat.

5.4 Adaptació del perfil d'usuari

L'adaptació del perfil d'usuari és una conseqüència de l'actualització del perfil. En aquest sistema l'adaptació del perfil es farà de les dues maneres següents:

- Manualment: l'usuari pot actualitzar el seu perfil o modificar-lo sempre que vulgui mitjançant el formulari de dades del perfil inicial.
- S'inclou informació al perfil d'usuari i a la vegada s'oblida gradualment els antics interessos i preferències de l'usuari. Això és podreix cada vegada que realitzem una actualització del perfil de l'usuari, *implícitament* o *explícitament*.

5.5 Recomanacions

En un sistema recomanador per a turistes esporàdics com aquest, l'usuari proveeix al sistema d'informació personal. Les recomanacions també es poden basar en els gustos i preferències de turistes semblants que han visitat la ciutat anteriorment. Per aquest motiu aquest sistema serà un sistema recomanador híbrid entre un sistema recomanador basat en el contingut i un sistema recomanador col·laboratiu.

Una recomanació serà col·laborativa o no depenent de la quantitat d'usuaris que hi hagi en el sistema. Per exemple, si el nombre d'usuaris del sistema es petit el més probable és que la recomanació col·laborativa no tingui sentit. Llavors la recomanació es farà en base a la recomanació personalitzada. La motivació principal pel que el sistema de recomanació sigui col·laboratiu és que probablement un turista no estarà en el lloc on fa les vacances els dies suficients com per a poder aprendre els seus gustos personals.

Representarem un museu, monument, itinerari, exposició, etc. amb un vector de característiques. Aquestes característiques representen el grau d'interès de l'activitat en diferents àmbits, així com informació bàsica per poder realitzar una recomanació com, per exemple, el preu de l'activitat o els idiomes disponibles. Per altra banda, el perfil d'usuari el representarem mitjançant un vector d'interessos en els diferents àmbits turístics. Aquests interessos són un valor entre 0 i 1, on el 0 representa que l'usuari no hi està interessat i el 1 representa que l'usuari hi està totalment interessat.

Per les recomanacions basades en el contingut utilitzarem els interessos del usuari mentre que per les recomanacions col·laboratives utilitzarem les dades personals i els interessos. A partir d'aquí enumerarem les diferents tècniques que hem estudiat per a realitzar les recomanacions.

5.5.1 Recomanacions personalitzades o basades en el contingut

En aquest cas les recomanacions es basaran en els resultats de les comparacions entre els vectors de característiques de les activitats i el vector d'interessos dels usuaris.

Suposem que tenim un vector u amb els graus d'interès del usuari en diferents aspectes culturals i d'oci, on u_i és un valor entre 0 i 1 que representa l'interès en l'aspecte i i un vector a amb les característiques d'una activitat, on a_i és la valoració de la característica de la activitat.

Podem calcular la similitud entre els gustos d'un usuari i la descripció d'una activitat realitzant el càlcul de la distància Euclídea entre aquets dos vectors i dividint per l'arrel de la màxima distància entre els dos vectors, és a dir el nombre d'elements dels vectors n per la màxima distància entre dos elements del vector que és 1. Obtenim δ , la distància:

$$\delta = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (u_i - a_i)^2}}{\sqrt{n}}$$

El resultat de δ serà un valor $0 \leq \delta \leq 1$, on els valors de δ pròxims a 0 indiquen que els vectors u i a són semblants, és a dir l'activitat s'adapta a les preferències de l'usuari, els valors de δ pròxims a 1 indiquen que els vectors u y a són diferents, és a dir l'activitat no està entre les preferències de l'usuari. En el nostre sistema definim que les activitats amb δ en el rang $[0, \phi]$, amb ϕ prenent valors

entre 0 y 1 (per exemple 0.25), seran recomanades a l'usuari; les activitats amb δ major no seran recomanades.

El problema de la distància Euclidea està en que una activitat pot estar molt allunyada en quan a interessos respecte a l'usuari en alguna de les característiques i per aquest motiu l'activitat globalment no és recomanada mentre que en realitat podria ser una activitat al gust de l'usuari. Per aquest motiu un altre mètode de recomanació que es permet en el sistema és la distància Euclidea només per aquelles preferències de l'usuari amb un grau d'interès major o igual a α , on α prendrà valors entre 0 y 1, per exemple 0.7. El nombre d'elements del vector serà el nombre de preferències de l'usuari amb valor major o igual a α . De la mateixa manera que en el cas anterior seran recomanades aquelles activitats on el resultat de δ estigui en el rang $[0, \phi]$.

Una altra millora sobre la distància Euclidea que permet el sistema es basa en fer una ponderació de la distància entre cada parell d'elements dels dos vectors de manera que les distàncies amb preferències de l'usuari amb un grau d'interès major tenen un pes major en la decisió final de la recomanació que las preferències amb un grau d'interès petit. Com en els dos casos anteriors el resultat de δ serà un valor $0 \leq \delta \leq 1$. Els valors propers a 0 indiquen que l'activitat és d'interès per l'usuari i els valors propers a 1 indiquen que l'activitat no agradarà a l'usuari. Es recomanaran aquelles activitats en que δ estigui en el rang $[0, \phi]$. ϕ prendrà valors entre 0 y 1, por exemple 0.5.

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [(u_i - a_i)^2] \times u_i}{\sum_{i=1}^n u_i}}$$

Una altra possibilitat de recomanació del sistema es basa en realitzar el mínim entre cada parell d'elements dels vectors de manera que si una de les diferències és menor un cert β i el grau d'interès en una de les característiques de l'usuari és un valor superior o igual a un cert σ , por exemple 0.75, llavors l'activitat es recomanarà.

$$\delta = \begin{matrix} \forall_i \\ u_i \geq \sigma \end{matrix} \text{Min } |u_i - a_i|$$

Es podria realitzar una millora al mètode de la mínima distància de manera que en lloc d'esperar que només una de les característiques compleixi les condicions, esperar que les compleixin un número major que m , essent $m < n$ (nombre total d'elements) per a tenir un major rendiment de la recomanació.

Les recomanacions també es poden realitzar comptant el nombre d'elements que compleixen unes determinades condicions. Comptarem tots aquells elements en que el grau d'interès d'un usuari sigui major a un cert α i el valor d'aquesta característica de l'activitat sigui major a un cert β . α y β prendran valors entre 0 y 1, por exemple 0.75 y 0.8 respectivament. Es recomanaran aquelles activitats que tinguin una quantitat d'atributs que compleixin la propietat que superen un cert percentatge. δ prendrà un valor entre 0 i 1, on 0 indica l'activitat agrada molt i 1 no és d'interès. Com amb anterioritat seran recomanades aquelles activitats on el resultat de δ estigui en el rang $[0, \phi]$.

$$\delta = 1 - \frac{\text{COMPTAR}_i(u_i > \alpha \wedge a_i > \beta)}{n}$$

Les recomanacions de les activitats a usuaris també podrien basar-se en una valoració global de l'activitat, a més de la distància entre característiques de les activitats i preferències dels usuaris. Realitzant una valoració global s'aconsegueix que les activitats d'alt interès cultural i d'oci siguin recomanades als usuaris. Se suposa que una activitat amb aquestes característiques probablement agradarà a quasi tots els usuaris. En aquest cas la recomanació es realitza de la següent manera: per una part es calcula l'interès d'una activitat per l'usuari ; i per l'altra es calcula el grau d'interès de l'activitat per si sola. El pes que tindrà cadascuna d'aquestes parts dependrà del valor que decidim donar a α y β .

$$\delta' = \alpha \sum_{i=1}^n a_i + \beta(\delta(ai, ui)) [0,1]$$

5.5.2 Recomanacions per grups o col·laboratives

En aquest cas les recomanacions es realitzaran a partir de les dades personals dels usuaris, com per exemple el país de procedència, l'edat, els estudis, etc. i dels interessos dels usuaris.

El mètode de classificació dels usuaris en grups es basa en la realització d'un clustering d'usuaris. Els mètodes de Clustering són tècniques per a l'obtenció d'una partició d'un conjunt d'objectes [Everitt, 1977]. El procés de clustering té dues fases. La primera és la construcció d'una matriu de *similitud* que conté les mesures dos a dos de proximitat entre alternatives. Es poden usar diferents funcions per calcular aquestes similituds o dissimilituds. Cada una d'elles té diferents propietats. La segona fase és la construcció d'un conjunt de clusters, en que els objectes similars pertanyen al mateix cluster. S'han desenvolupat diferents mètodes per fer això.

Inicialment no és realitzarà cap classificació dels usuaris. Els usuaris no es classificaran fins que existeixi un número mínim μ d'usuaris, per exemple 50. Aquesta decisió es basa en que per un número menor que μ no hi hauria suficients usuaris per que els diferents grups obtinguts amb el procés de clustering fossin realment representatius.

La reclassificació d'usuaris en grups es realitzarà cada η usuaris nous, 10 per exemple, en lloc de cada vegada que arribi un nou usuari. Això es deu que si la reclassificació es realitza a l'arribada de cada usuari nou els diferents clusters canviarien molt poc i el processament seria molt elevat. Això implica que el que es realitza és una classificació *global* dels usuaris i no una classificació incremental afegint cada usuari nou. Quan entren η usuaris nous al sistema $U_1, \dots, U_\eta$, es posa en marxa un classificador d'usuaris **Fig. 14**.

El tipus de particions dels diferents clusters serà una partició clàssica, no difusa.

La classificació dels usuaris en clusters es farà usant l'eina CLUSDM [Valls, 2002].

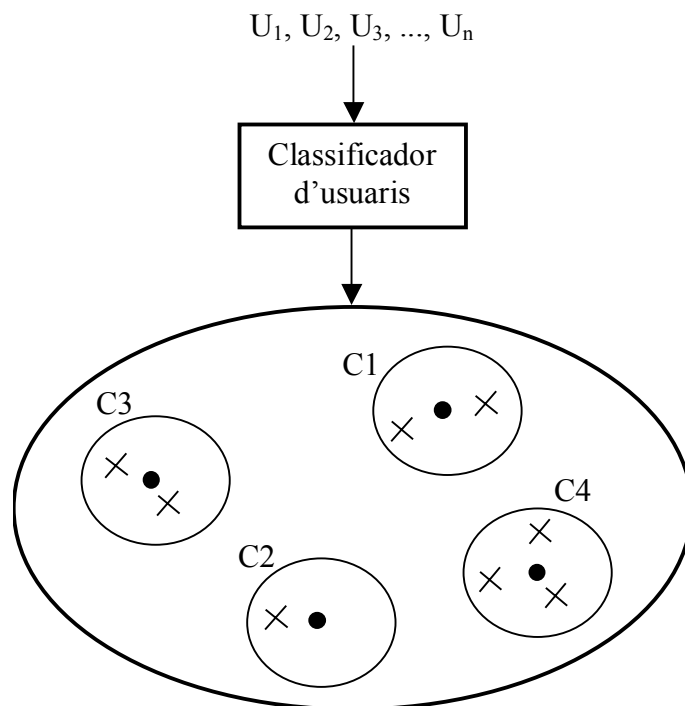


Fig. 14 Classificació d'usuaris

Aquest classificador utilitza la semàntica de funcions de negació i es basa en realitzar el procés de clustering construint un arbre de classes que agruparà els diferents usuaris a avaluar. S'utilitzarà una implementació del mètode CLUSDM, anomenada ClusDMA(ClusDM Agent), realitzada por David Sánchez en el seu Projecte Final de Carrera [Sánchez, 2001].

El procés de classificació de les dades es divideix en diverses etapes. Inicialment hem de construir el missatge que hem d'enviar al agent ClusDMA (és necessari disposar d'un mínim de cinc usuaris), que és qui realitza el procés de classificació dels usuaris i ordena les classes obtingudes segons el grau d'adequació amb el usuari al qual volem fer una recomanació. Per construir el missatge que ha de rebre l'agent ClusDMA es buscaran els termes qualitius per a cada atribut de l'usuari (s'explica més detalladament a la secció 5.5.4). A continuació es realitzarà una transformació de les dades que s'envien en format de termes qualitius a valors quantitius. Per fer-ho és necessari usar funcions de negació(las tractarem en la secció 5.5.5). A continuació es realitzarà la classificació dels usuaris generant un arbre de classificació i ens quedarem en una partició de 7 clusters. Finalment s'ordenaran les classes comparant-les amb l'usuari al que volem realitzar la recomanació col·laborativa.

Finalment s'assignarà un terme qualitatiu final a cada classe obtinguda en el pas anterior. El vocabulari utilitzat és el següent:

```
vocabulari={"the_worst", "terrible", "very_bad", "bad", "not_recommended", "inappropriate",
"borderline", "acceptable", "adequate", "recommended", "fairly_good", "good", "very_good",
"excellent", "optimum"}
```

El resultat de la petició a l'agent ClusDMA serà una llista amb l'identificador dels usuaris i el grau de similitud a l'usuari al que volem fer la recomanació col·laborativa.

Si no hi ha cap usuari que es trobi en una de les classes amb un grau d'adequació entre “optimum” i “acceptable”, es considerarà que no hi ha cap usuari suficientment semblant com per a realitzar una recomanació col·laborativa.

Les recomanacions d'activitats es realitzen en funció d'un subgrup de les activitats realitzades pels usuaris que pertanyin a la classe més pròxima al usuari. És a dir s'agafarà l'usuari més semblant a l'usuari al que se li vol realitzar la recomanació. Llavors tenint en compte quins són els interessos del usuari trobat es farà la recomanació basant-se en el que se li recomanaria a aquest usuari.

5.5.3 Filtrat de les recomanacions

Un cop realitzades les recomanacions es realitzarà un filtrat de les activitats a recomanar abans d'enviar-les a l'usuari. Quan es fa una recomanació, una recomanació basada en el contingut per exemple, no és té en compte algunes de les dades de l'usuari importants alhora de recomanar, per exemple si l'activitat recomanada està dins dels dies en que l'usuari es troba en el seu viatge turístic. A continuació s'enumeraran quin són aquest filtres:

- **Idiomes:** Es considera els idiomes en que es realitza l'activitat i els idiomes que coneix l'usuari. Si aquest concorden es recomana l'activitat i sinó no es recomana. En el cas que no es tinguin en compte els idiomes d'una activitat o l'usuari no indiqui explícitament els idiomes que coneix, l'activitat es recomanarà.
- **Data:** Es comprova si la data o rangs de dates en que es realitza l'activitat a recomanar és troba dins del rang de dates en que l'usuari es troba realitzant el seu viatge. Les activitats sense dates especificades es recomanen totes.
- **Edat:** Les activitats acostumen a estar programades per a persones de diferents edats. En aquest filtre es compara l'edat de l'usuari amb l'edat recomanada per a realitzar l'activitat. Les activitats recomanades per a totes les edats es recomanen totes. La comparació entre edats no és simple, segueix el següent algorisme:
 - Si (edat recomanada = “All”) recomana l'activitat
 - Si ((edat recomanada = “Children”) i (edat usuari = "Less_than_18_years")) recomana l'activitat
 - Si (edat recomanada = “Young”) i ((edat usuari = "Less_than_18_years") o (edat usuari = "Between_18_and_25_years") o (edat usuari = "Between_25_and_30_years")) recomana l'activitat
 - Si(edat recomanada = “Adult”) i((edat usuari = "Between_18_and_25_years") o (edat usuari = "Between_25_and_30_years") o (edat usuari = “Between_30_and_45_years”) o (edat usuari = “Between_45_and_60_years”) o (edat usuari = More_than_60_years)) recomana l'activitat
 - Si(edat recomanada = “Pensioner”) i ((edat usuari = "Between_45_and_60_years”) o (edat usuari = "More_than_60_years")) recomana l'activitat
- **Preu:** Es recomanen aquelles activitats el preu de les qual no supera el preu màxim que està disposat a pagar l'usuari per realitzar una activitat més un 20%.

$$\text{preu activitat} \leq \text{preu màxim} + (\text{preu màxim} * 20\%)^9$$

⁹ Inicialment el preu màxim s'assigna a 100 euros.

5.5.4 Obtenció de termes qualitatius

L'agent ClusDMA, no rebrà les dades de les persones directament, sinó que abans haurem de preparar les dades en termes qualitatius, alguns es preguntaran(com l'edat) a l'usuari directament. Per a cada característica de l'usuari que tinguem en compte per realitzar una recomanació col·laborativa hem definit un vocabulari de termes qualitatius.

Mesures per el país

Aquest atribut ens informa de la zona a la que pertany un usuari. Per una major agilitat considerarem solament usuaris europeus.

Vocabulari de termes qualitatius:

islands, Mediterranean, central_eur, Scandinavian, east_eur.

Els termes del vocabulari s'assignen de la següent manera:

- islands = Iceland, Ireland, United Kingdom.
- Mediterranean = Andorra, Greece, Gibraltar (UK), Italy, Malta, Monaco, Portugal, San Marino, Spain, Turkey, Vatican City.
- central_eur = Austria, Belgium, France, Germany, Liechtenstein, Luxembourg, Netherlands, Switzerland.
- east_eur = Albania, Belarus, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Czech Republic, Estonia, Hungary, Latvia, Lithuania, Macedonia, Moldova, Poland, Romania, Russia, Serbia and Montenegro, Slovakia, Slovenia, Ukraine.
- Scandinavian = Denmark, Finland, Norway, Sweden.

Mesures per l'edat

Aquest atribut informa en quina franja d'edat es troba l'usuari.

Vocabulari de termes qualitatius:

Less_than_18_years
Between_18_and_25_years
Between_25_and_30_years
Between_30_and_45_years
Between_45_and_60_years
More_than_60_years

Mesures pels estudis

Indica el nivell d'estudis dels usuaris.

Vocabulari de termes qualitatius:

Basics
Graduated
University

Mesures per les discapacitats físiques

Vocabulari de termes qualitatius:

No
Yes

Mesures pels interessos de l'usuari

Vocabulari de termes qualitatius:

Nothing
Little
Medium
Rather
A lot

5.5.5 Funcions de negació

Una vegada coneixem els valors qualitatius per a tots els termes que utilitzarem, definirem les seves funcions de negació. Les funcions de negació són una forma d'expressar quin o quins són els valors oposats per a un valor determinat. Usarem les funcions de negació tal i com es defineixen en [Tora, 1996] Les funcions de negació per a cada criteri són les que s'han definit més avall.

Negacions pel país

En aquest cas el que es representa en la funció de negació és la pertinença o no pertinença a una de les zones especificades en la mesura del país (Vocabulari pel país: islands, mediterranean, central_eur, scandinavian, east_eur).

Vocabulari

Yes, No

Funcions de negació

Neg (Yes) = No

Neg (No) = Yes

Negacions per l'edat

Vocabulari

Less_than_18_years, Between_18_and_25_years, Between_25_and_30_years,
Between_30_and_45_years, Between_45_and_60_years, More_than_60_years

Funcions de negació

Neg (Less_than_18_years) = More_than_60_years,

Between_45_and_60_years

Neg (Between_18_and_25_years) = More_than_60_years,

Between_45_and_60_years

Neg (Between_25_and_30_years) = Between_30_and_45_years

Neg (Between_30_and_45_years) = Between_25_and_30_years

Neg (Between_45_and_60_years) = Between_18_and_25_years,

Less_than_18_years

Neg (More_than_60_years) = Between_18_and_25_years, Less_than_18_years

Negacions pels estudis

Vocabulari

Basics, Graduated, University

Funcions de negació

Neg (Basics) = University

Neg (Graduated) = Basics

Neg (University) = Basics

Negacions para les discapacitats físiques

Vocabulari

No, Yes

Funcions de negació

Neg (No) = Yes

Neg (Yes) = No

Negacions pels interessos

Vocabulari

Nothing, Little, Medium, Rather, A lot

Funcions de negació

Neg (Nothing) = A lot, Rather
Neg (Little) = Rather, Medium
Neg (Medium) = Little
Neg (Rather) = Little
Neg (A lot) = Nothing

5.5.6 *Funció de distància*

Durant el procés de classificació serà necessari aplicar mesures de dissimilitud entre diferents alternatives. Aquestes mesures són les que ens permetran agrupar els usuaris en clusters.

L'agent ClusDMA implementa diferents funcions de distància per a comparar els usuaris entre si. Les funcions que considera aquest agent són:

- Diferències
- MCD (Mean Character Difference)
- Manhattan
- Canberra Metric
- Taxonòmica

En el nostre projecte s'utilitzarà la funció de distància MANHATTAN perquè resulta ser més adequada per comparar valors qualitius.

6 EL SISTEMA DE CERQUES

Una altra part fonamental de l'aplicació són les cerques d'activitats. Aquest part està composta per l'agent Broker i les peticions de l'usuari de cerques d'activitats.

6.1 Descripció

Els agents d'Activitat envien les dades de les activitats de les que disposen a l'agent Broker i aquest manté algunes de les característiques de les activitats per agilitar el procés de cerca, és a dir, guarda un subconjunt de les dades de les activitats a la seva caché. Les característiques que manté són les que s'enumeren a continuació:

- **Identificador** de l'activitat.
- **Tipus** d'activitat: és a dir si es tracta de Monuments, Museus, Itineraris, Exposicions, Conferències, Concerts, esdeveniments esportius, representacions teatrals o sessions de cinema.
- **Subtipus** d'activitat: Cada activitat té un subtipus. Per exemple, una pel·lícula pot ser una comèdia, un drama, etc. En la secció 3.7 es pot trobar el vocabulari utilitzat per a definir els subtipus.
- **Data**: Rang de dates entre les que es volen cercar les activitats. S'indica una data d'inici i una data de final (dia, mes i any). Pot no especificar-se'n cap.
- **Idiomes**: Els idiomes en que es demana que es realitzi una activitat. Pot no especificar-se'n cap.
- **Preu màxim**: preu màxim que han de tenir les activitats per a ser cercades.
- **Tipus preu**: Activitats que tinguin descomptes per algun grup de població o que siguin lliures, o lliures per alguns grups de població.
- **Edat**: Es pot demanar que només s'enumerin aquelles activitats recomanades per a una edat determinada. En aquest cas la població és divideix en quatre subgrups (secció 3.7):
 - o Children
 - o Young
 - o Adult
 - o Pensioner
- **Barreres**: Les cerques es poden fer només per aquelles activitats que no tinguin barreres arquitectòniques.
- **Guia**: Les cerques es poden realitzar només per aquelles activitats que tinguin un guia turístic.

Així doncs les cerques es poden fer per diferents tipus d'activitat (Monuments, Museus, Itineraris, Exposicions, Conferències, Concerts, Esports, Teatre i Cinema), per diferents subtipus d'activitat i per altres restriccions com el preu, el rang de dates en les que es desitja que es realitzin les cerques, el preu màxim que es vol pagar per una activitat, el tipus de preu, és a dir, si hi ha descomptes o l'entrada és lliure, l'edat recomanada per realitzar l'activitat, els idiomes en que es vol que es realitzin les activitats cercades, si les activitats són guiades o no i si hi ha barreres arquitectòniques.

Quan un usuari vol realitzar una cerca es posa en contacte amb l'agent Broker, aquest realitza la cerca a partir de les dades que manté a la cache. Un cop acabada la cerca es posa en contacte amb els agents d'Activitat per a obtenir les dades completes de cada activitat. Finalment, l'agent Broker ofereix tota la informació de les activitats turístiques trobades al agent Personal. A més, l'agent Broker envia l'identificador del usuari que ha realitzat la petició de cerca, així com els identificadors de les activitats trobades en la cerca a l'agent Recomanador perquè realitzi la corresponent actualització del perfil d'usuari, com ja s'ha explicat en la secció 5.3.2.

6.2 Procés de cerca

El procés de cerca de les activitats que demana l'usuari comença per seleccionar aquelles activitats del tipus especificat per a la cerca. Després es tenen en compte altres elements. S'enumeraren a continuació:

- **Subtipus:** Quan s'indica el subtipus d'activitat que es vol cercar. El Broker només agafarà aquelles activitats que es corresponguin amb el subtipus, per defecte s'agafaran totes.
- **Barreres:** Si s'indica, només es cercaran aquelles activitats que no tinguin barreres arquitectòniques. En cas contrari s'agafaran totes les activitat, tinguin o no barreres arquitectòniques.
- **Guia:** Si s'especifica, només es cercaran aquelles activitats que disposin de guia turístic. Per defecte s'agafaran totes les activitats, tinguin o no guia.
- **Idiomes:** Es considera els idiomes en que es realitza l'activitat i els idiomes que es demanen en la cerca. Si aquest concorden s'agafa l'activitat i sinó no s'agafa. En el cas que no es tinguin en compte els idiomes d'una activitat o l'usuari no indiqui explícitament els idiomes en que vol realitza la cerca, l'activitat s'agafarà.
- **Data:** Es comprova si la data o rangs de dates en que es realitza l'activitat a cercar és troba dins del rang de dates en que l'usuari realitza la cerca. Les activitats sense dates especificades també s'inclouen en la cerca. Si no s'especifica el rang de dates en que es vol cercar, s'agafen totes les activitats.
- **Edat:** Les activitats acostumen a estar programades per a persones de diferents edats. En aquest cas es compara l'edat especificada per fer les cerques amb l'edat recomanada per a realitzar l'activitat. Si aquestes dues dades són iguals s'afegirà l'activitat a la cerca. Si l'edat recomanada per realitzar l'activitat és qualsevol, també s'afegirà l'activitat a la cerca. Si no s'especifica l'edat recomanada de les activitats a cercar el Broker les agafarà totes.

- **Preu màxim:** El Broker agafarà aquelles activitats en que els seu preu sigui menor al preu màxim especificat. En cas que no s'indiqui el preu s'agafaran totes¹⁰.
- **Tipus preu:** es cerquen només aquelles activitats que tinguin descomptes per algun grup de població o que siguin lliures, o lliures per alguns grups de població. Per exemple, activitats amb descomptes per a jubilat. Per defecte s'agafen totes les activitats.

¹⁰ Totes les que tinguin un preu inferior a 1000 euros.

7 DISSENY DE LA BASE DE DADES

Hi ha dos tipus d'agents que mantenen una base de dades. Per una part tenim una base de dades per l'agent Recomanador i, per l'altra tenim una base de dades local per cada agent d'Activitat.

7.1.1 Contingut de la base de dades de l'agent Recomanador

La base de dades desarà els perfils dels usuaris. Aquest perfils es representen per informació personal de l'usuari i pels interessos dels usuaris, i les característiques de les activitats disponibles que existeixen en el sistema. En la **Fig. 15** podem veure el model entitat relació de la base de dades.

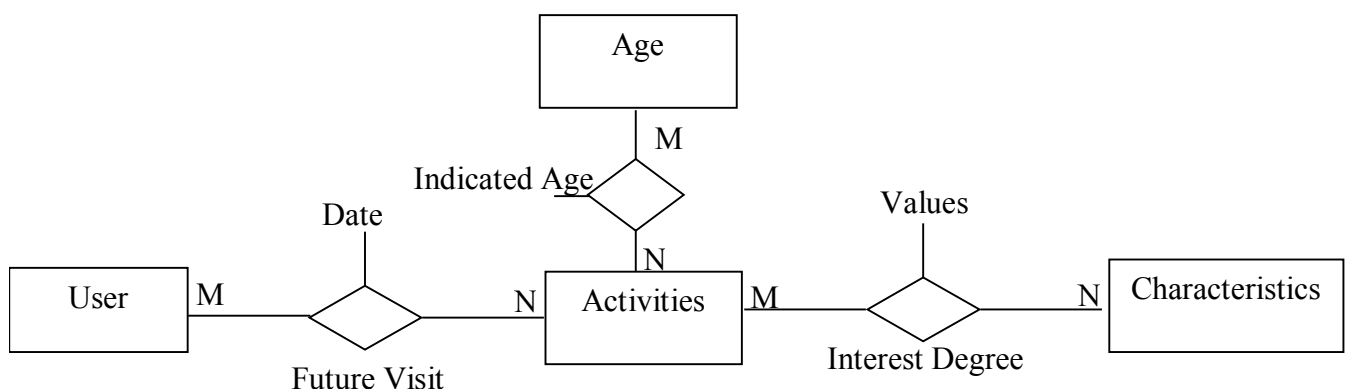


Fig. 15 Base de dades de l'agent Recomanador

A continuació s'enumeraran els atributs de les taules i relacions del model anterior:

User

En la taula User és desen les dades de l'usuari, així com el grau d'interès dels usuaris en les diferents matèries analitzades.

User (IdUser, Age, Country, Studies, DateIni, DateEnd, Discapacities, languages, companions, price, art, history, science, music, sports, cinema, theater);

Future_Visit

En la relació Future_Visit desarem aquelles activitats que l'usuari ha decidit realitzar en una certa data. Aquesta taula serà consultada periòdicament per saber si hem de preguntar a l'usuari que li ha semblat l'activitat que se li va recomanar, és a dir demanar una avaluació de l'activitat a l'usuari.

Future_Visit(IdUser, Id_Activity, name, date);

Activities

En aquesta taula es representen atributs comuns a totes les activitats.

Activity(IdActivity, idUser, type activity, subtype, price, barriers, languages, age, date begin, date end);¹¹

Characteristics

A la taula característiques se guarden les característiques concretes de cada una de las activitats. Per exemple si la activitat té un interès històric o artístic.

characteristics (idCharacteristic);

Interest_degree

Interest_degree(idActivity, idCharacteristic, value);

Age

Age(idAge);

Age Indicated

AgeIndicated(idActivity, idAge);

7.1.2 Bases de dades locals

Els agents d'activitats (museu, monument, exposició, itinerari, conferència, concert, esports, cinema i teatre) disposen de les seves pròpies bases de dades locals o fitxers. A continuació s'enumeren els seus continguts:

Museum

Museum(Id_Activity, name, postal_address¹², price, type, schedule, barriers, guide, languages, commentaries);

Monument

Monument(Id_Activity, name, postal address, schedules, price, free, discounts, barriers, type, art, history, science, music, sports, cinema, theater, age, commentaries);

¹¹ type activity són els tipus d'activitats: museum, monument, exhibition, itinerary, etc.
subtype són els tipus de cada una de les activitats: religious, military, ..., football, basketball,...comedy, action, etc.

¹² Postal address es compona del país, ciutat, codi postal, carrer, i número. Date es compona del dia, el més i l'any.
Schedules es compona del horari del dies feiners, l'horari dels dies festius i els dies en que està tancat.

Exhibition

Exhibition (Id_Activity, name, postal address, schedules, price, free, discounts, barriers, data ini, date end, authors, type, art, history, science, music, sports, cinema, theater, age, commentaries);

Itinerary

Itinerary(Id_Activity, name, schedules, price, free, discounts, barriers, guide, languages, type, time, sites, art, history, science, music, sports, cinema, theater, age, commentaries);

Conference:

Conference(Id_Activity, name, postal address, schedule, price, free, discounts, barriers, date, lecturers, language, type, art, history, science, music, sports, cinema, theater, age, commentaries);

Concert

Concert(Id_Activity, name, postal address, schedule, price, free, discounts, barriers, date, interprets, style, art, history, science, music, sports, cinema, theater, age, commentaries);

Sport

Sport(Id_Activity, name, postal address, schedule, price, free, discounts, barriers, date, type, art, history, science, music, sports, cinema, theater, age, commentaries);

Film

Film(Id_Activity, title, postal address, schedule, price, free, discounts, barriers, date, genre, director, actors, language, art, history, science, music, sports, cinema, theater, age, commentaries);

Theater

Theater(Id_Activity, title, postal address, schedule, price, free, discounts, barriers, date, genre, director, actors, language, art, history, science, music, sports, cinema, theater, age, commentaries);

8 MANUAL D'ÚS

8.1 Engegada del sistema

Per engegar el sistema iniciant tots les agents cal que executem la classe `jade.Boot` amb els següents paràmetres:

```
java -classpath jade.jar;jadeTools.jar;iiop.jar;Base64.jar;./bin;. jade.Boot -gui -platform  
RecommenderAgent:agents.RecommenderAgent BrokerAgent:agents.BrokerAgent  
MonumentAgent:agents.MonumentAgent  
MuseumsCoordinatorAgent:agents.MuseumsCoordinatorAgent  
MuseumAgentA:agents.MuseumAgent MuseumAgentB:agents.MuseumAgent  
ItineraryAgent:agents.ItineraryAgent ExhibitionAgent:agents.ExhibitionAgent  
ConferenceAgent:agents.ConferenceAgent ConcertAgent:agents.ConcertAgent  
FilmAgent:agents.FilmAgent TheaterAgent:agents.TheaterAgent SportAgent:agents.SportAgent  
PersonalAgent:agents.PersonalAgent
```

Els agents Recomanador, Monument, Museus, Itinerari, Exposició, Conferència, Concert, Cinema, Teatre i Esport llegiran uns fitxers per inserir dades en les bases de dades locals dels agents d'Activitat i en la base de dades de l'agent Recomanador. Això només s'ha fet eviatar que l'execució del sistema sigui costosa pel que fa a l'entrada de dades. El nom del fitxers serà el mateix que el nom local de l'agent amb l'extensió `.log`.

Els dos primers agents que s'inicialitzen són l'agent Recomanador i l'agent Broker, la resta d'agents s'inicien més tard perquè necessiten dels dos agents anteriors per a funcionar correctament.

Quan els agents arrenquen mostren les seves respectives interfícies gràfiques. Menys l'agent Broker i l'agent Coordinador de Museus que no en tenen.

8.2 L'agent Personal

La interfície del agent personal és la que veuen els usuaris o turistes del sistema i és la que necessiten per introduir o modificar les dades personals, demanar recomanacions o demanar cerques d'activitats.

Quan un usuari arriba el sistema se li mostra la finestra de la **Fig 16**. En aquesta finestra l'usuari ha d'introduir les seves dades personals, el dia en que arribarà a la ciutat i el dia en que se'n anirà, així com el grau d'interès que té en diferents aspectes. Més tard es podran modificar aquestes dades mitjançant la mateixa finestra.

The screenshot shows a window titled "PersonalAgent" with a form for entering user data. The form is divided into three sections: "Personal data", "Duration of the trip", and "Characteristics".

Personal data

- Day of Birth: Day: 1, Month: January, Year: (empty), Country: Spain, Studies: Basics, Languages: (empty), Companions: Alone. There is an "Add" button next to the Languages field and a "Discapacities" checkbox.

Duration of the trip

- Day Ini: 1, Month Ini: January, Year Ini: 2005, Day End: 1, Month End: January, Year End: 2005.

Characteristics

- Interest on art: Nothing, Interest on history: Nothing, Interest on science: Nothing, Interest on music: Nothing, Interest on sport: Nothing, Interest on cinema: Nothing, Interest on theater: Nothing.

At the bottom are "Accept" and "Cancel" buttons.

Fig. 16 Formulari per introduir un usuari nou

Un vegada s'ha completat la finestra del formulari d'entrada de dades apareix la finestra de la figura 17. Aquesta finestra mostra la interfície gràfica de l'usuari. Consta d'una àrea de text amb la informació de l'usuari i de tres botons: el botó *Recommendation*, per demanar recomanacions, el botó *Search Activity* per demanar cerques d'activitats a l'agent Broker i el botó *Data User* per a modificar les dades de l'usuari.

The screenshot shows a window titled "PersonalAgent@BigHead:1099/JADE". It features a small image of a bridge on the left and a large text area on the right displaying user data. Below the image are three buttons: "Search Activity", "Data User", and "Recommendation".

PERSONAL DATA:

- Date of Birth: 1-1-1979
- Country: Spain
- Studies: Basics
- Discapacities: false
- Languages: No Languages
- Companions: Alone

DURATION:

- Start-> Day: 1-1-2005
- End-> Day: 1-4-2005

CHARACTERISTICS:

- Interest on Art: Rather
- Interest on History: Rather
- Interest on Science: Rather
- Interest on Music: Nothing
- Interest on Sport: Nothing
- Interest on Cinema: Nothing
- Interest on Theater: Nothing

Fig. 17 Interfície de l'agent Personal

8.2.1 El procés de recomanació

En aquest punt s'explicarà com s'ha d'utilitzar la interfície de l'usuari per a demanar una recomanació.

És molt senzill, només cal seleccionar el botó *Recommendation*. Llavors se'ns mostra una nova finestra, si hi ha varies activitats recomanades podrem anar veient-les prement el botó *Next*. Quan una activitat ens interessi i decidim realitzar-la hauré d'especificar els dies, mesos i anys en que vulguem realitzar aquesta activitat i prémer el botó *Accept*. Amb aquesta acció acceptarem l'activitat que se'ns mostra en aquest moment i posteriorment se'ns demanarà que en fem una valoració.

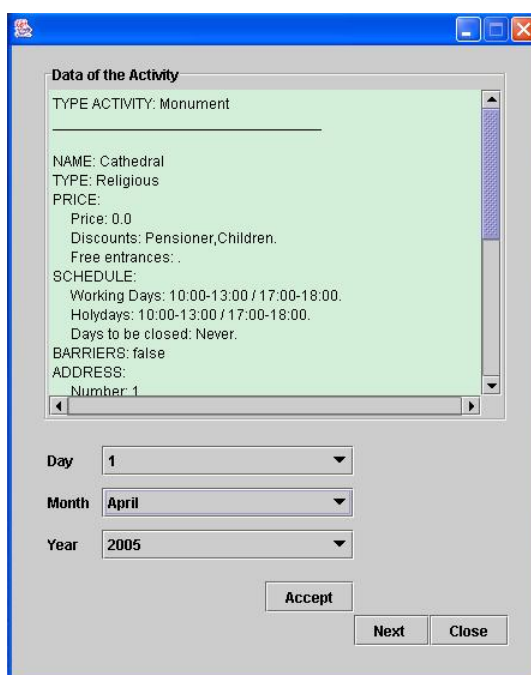


Fig. 18 Finestra de recomanacions

Quan es vulgui acabar només cal prémer el botó *Close*. Llavors se'ns mostrarà la finestra per a fer les valoracions de les activitats que haguem seleccionat. La finestra ens mostra el nom de l'activitat per a que l'usuari reconegui de quina activitat es tracta, i aquest haurà d'especificar la valoració que fa de cada activitat en la llista desplegable *VALUE*. Les valoracions estan representades per els adjectius Horrible, Bad, Good, Very Good i Excellent. Un cop haguem realitzat les valoracions cal prémer el botó *Accept* per fer efectives aquestes valoracions.



Fig. 19 Finestra de Valoracions

8.2.2 El procés de cerca

En aquest apartat descriurem com utilitzar aquesta interfície per a realitzar cerques d'activitats. Així doncs les cerques es poden fer per diferents tipus d'activitat (monuments, museus, itineraris, exposicions, concerts, conferències, sessions de cinema, representacions teatrals i activitats esportives), per diferents subtipus d'activitat (per exemple, per al concerts possibles subtipus són: jazz, rock, opera, etc) i per altres restriccions com el preu, el rang de dates en les que es desitja que es realitzin les cerques, el preu màxim que es vol pagar per una activitat, el tipus de preu, és a dir, si hi ha descomptes o l'entrada és lliure, l'edat recomanada per realitzar l'activitat, els idiomes en que es vol que es realitzin les activitats cercades, si les activitats són guiades o no i si hi ha barreres arquitectòniques.

The screenshot shows a 'Search' window with the following fields and options:

- Date:**
 - Day begin: 4, Day end: 1
 - Month begin: March, Month end: April
 - Year begin: 2005, Year end: 2005
- Type of Activity:**
 - ☒ Monuments: Civil
 - ☐ Museums: All
 - ☒ Exhibitions: Painting
 - ☐ Itineraries: All
 - ☐ Conferences: All
 - ☒ Concerts: All
 - ☐ Sports: All
 - ☐ Films: All
 - ☐ Theater: All
- Common search criterions:**
 - Price's type: All
 - Maximum Price: 30
 - Age: All
 - Languages: Catalan, Add
 - ☐ Guided
 - ☐ NO Barriers

A 'Search' button is located at the bottom center of the window.

Fig. 20 Finestra per especificar els criteris de cerca

Si premem el botó *Search* s'iniciarà el procés de cerca i un cop finalitzat apareixerà una finestra amb les diferents dades cercades. Per veure-les totes cal anar prement el botó *Next*. Per acabar només cal prémer el botó *Close*.

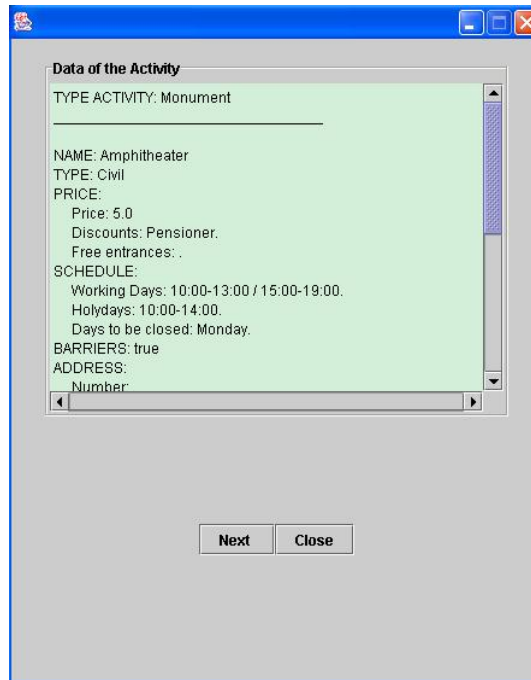


Fig. 21 Finestra amb les activitats trobades

8.3 L'agent Recomanador

L'agent Recomanador també disposa d'una interfície gràfica. Aquesta interfície serveix per poder seleccionar el tipus de recomanació que es vol que faci l'agent Recomanador. També es poden especificar diferents paràmetres per cascuna de les diferents opcions.

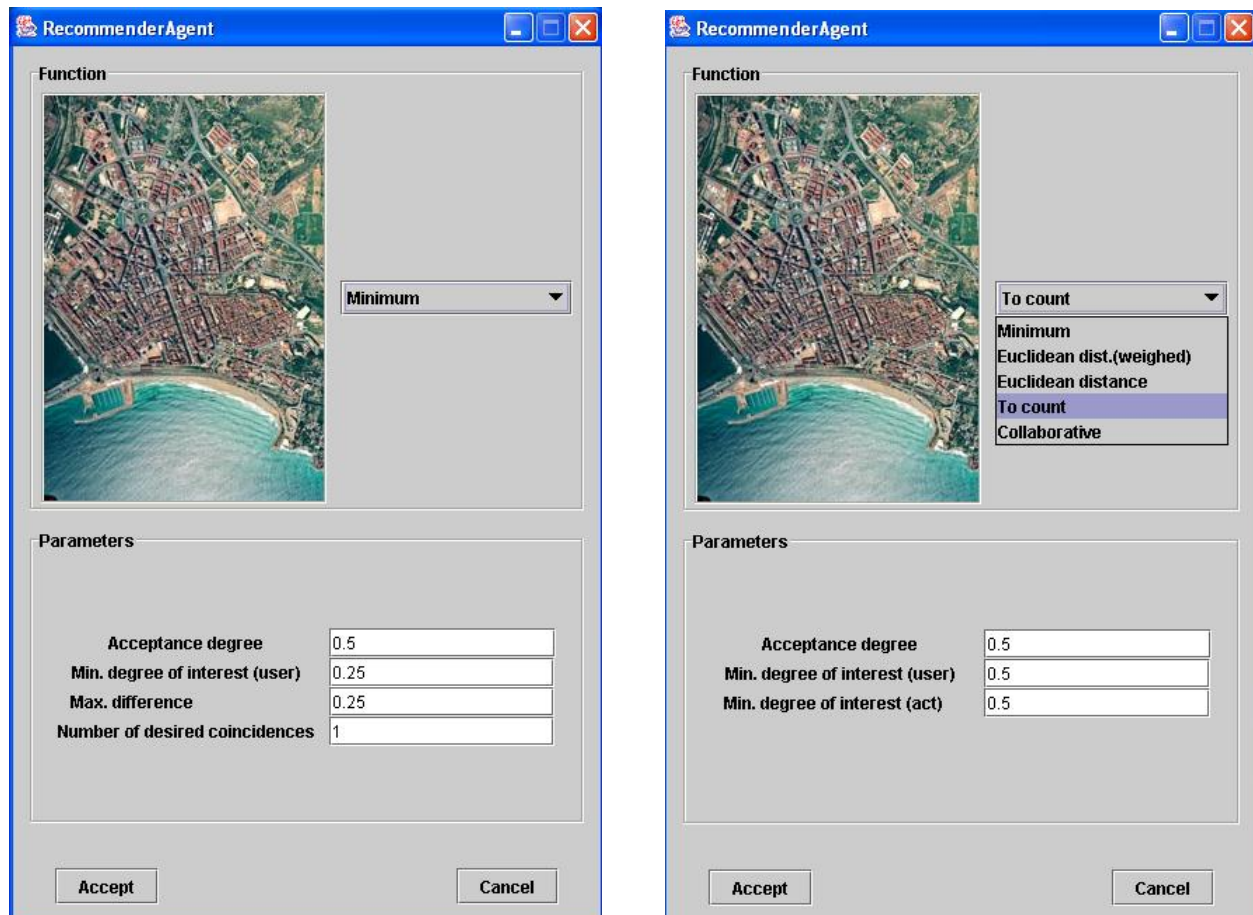


Fig. 22 Finestra del recomanador

Es poden triar els diferents tipus de recomanació mitjançant la llista desplegable que es veu en la figura de dalt. Les possibilitats són les següents:

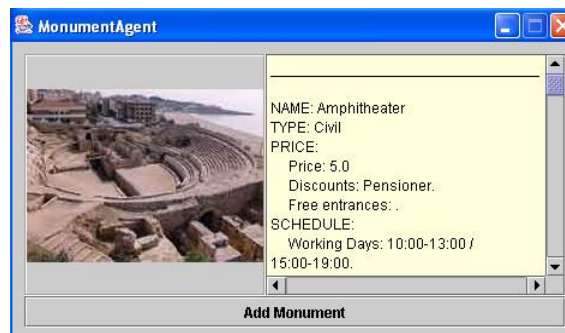
- Minimum: realitza el mínim entre cada parell d'interessos de les activitats i dels usuaris.
- Euclidean distance: Realitza la distància Euclidea entre els dos vectors d'interessos el d'usuari i el de l'activitat.
- Euclidean distance(weighted): Realitza la distància Euclidea entre els dos vectors d'interessos el d'usuari i el de l'activitat, fent una ponderació de la distància entre cada parell d'elements de manera que de manera que les distàncies amb major interès per part de l'usuari tenen més pes.
- To count: compta el nombre d'elements que compleixen unes determinades condicions que també es poden especificar.
- Collaborative: realitza una recomanació col·laborativa.

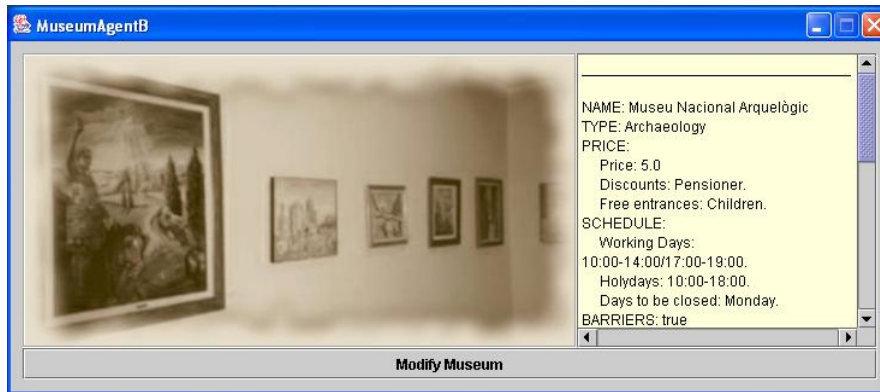
Cadascuna d'aquestes opcions té uns paràmetres que es poden especificar:

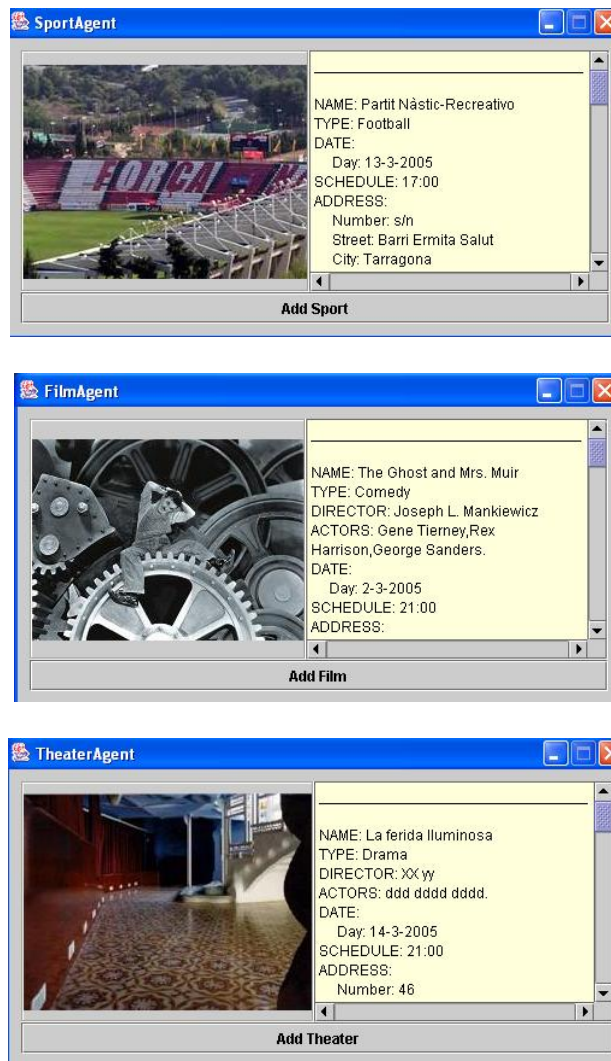
- Acceptance degree: és el grau d'acceptació de la recomanació, quan es fa una recomanació s'obté un valor entre 0 i 1, els valors propers a 0 indiquen que l'activitat interessa molt a l'usuari i els valors propers a 1 indiquen que l'activitat no és de l'interès de l'usuari. Així doncs, indiquem un valor ϕ per saber en quin rang $[0, \phi]$ acceptem les recomanacions. És un valor que es troba en el rang $[0,1]$.
- Minim degree of interest(user): és el mínim interès que ha de tenir un usuari en una determinada característica per a tenir-la en compte en fer una recomanació. És un valor que es troba en el rang $[0,1]$.
- Minim degree of interest(activity): és el mínim interès que ha de tenir una activitat en una determinada característica per a tenir-la en compte en fer una recomanació. És un valor que es troba en el rang $[0,1]$.
- Max difference: és la màxima diferència que pot haver entre els interessos d'una característica entre l'usuari i l'activitat per a tenir-la en compte en fer la recomanació. És un valor que es troba en el rang $[0,1]$.
- Number of desired coincidences: Aquest paràmetre serveix per indicar que enlloc d'esperar que una de les característiques compleixi les condicions, esperar que la compleixin un número major (com a màxim 7).

8.3.1 Els agents d'Activitat

Els agents d'activitat disposen d'una interfície gràfica que consta d'una àrea de text que mostra la informació de les activitats que es troben en la base de dades local dels agents d'Activitat. Excepte l'agent Museu que només mostra la informació pròpia del museu.







Tots aquest agents disposen d'un botó *Add* que permet afegir noves activitats del tipus de l'agent que correspongui, per això s'obre una finestra nova que permet introduir les dades de la nova activitat. L'agent Museu funciona de manera diferent, aquest agent disposa en la seva interfície d'un botó *Modify* que engega una finestra per modificar les dades del museu.

MonumentAgent

Name:

Type:

Address:

ZipCode:

Street Number:

Street:

City:

Country:

Price:

Price:

Discounts: Add

Free Entrances: Add

Schedule:

Working_Days:

Holydays:

Closed: Add

Characteristics:

Interest on art:

Interest on history:

Interest on science:

Interest on music:

Interest on sport:

Interest on cinema:

Interest on theater:

Age Indicated:

☐ Barriers

Commentaries:

Accept Cancel

MuseumAgentB

Name:

Type:

Address:

ZipCode:

Street Number:

Street:

City:

Country:

Telephone:

Web:

Price:

Price:

Discounts: Add

Free Entrances: Add

Schedule:

Working_Days:

Holydays:

Closed: Add

Characteristics:

Interest on art:

Interest on history:

Interest on science:

Interest on music:

Interest on sport:

Interest on cinema:

Interest on theater:

Age Indicated:

Languages: Add

☐ Barriers

☐ Guide

Commentaries:

Accept Cancel

ItineraryAgent

Name:

Type:

Price:

Discounts: Add

Price:

Free Entrances: Add

Schedule:

Working_Days:

Holidays:

Closed: Add

Places:

Add

Characteristics:

Interest on art:

Interest on history:

Interest on science:

Interest on music:

Interest on sport:

Interest on cinema:

Interest on theater:

Age Indicated:

Languages: Add

Duration (min.):

☐ Barriers

☐ Guided

Comments:

Accept Cancel

ExhibitionAgent

Information of Exhibition:

Name:

Exhibition class:

Author/s: Add

Address:

ZipCode:

Street Number:

Street:

City:

Country:

Price:

Price:

Discounts: Add

Free Entrances: Add

Schedule:

Closed: Add

Working_Days:

Holidays:

Initial Date:

Day:

Month:

Year:

End Date:

Day:

Month:

Year:

Characteristics:

Interest on art:

Interest on history:

Interest on science:

Interest on music:

Interest on sport:

Interest on cinema:

Interest on theater:

Age Indicated:

☐ Barriers

Commentaries:

Accept Cancel

ConferenceAgent

Name:

Address:

ZipCode:

Street Number:

Street:

City:

Country:

Schedule:

Day:

Month:

Year:

Schedule:

Price:

Price:

Discounts: Add

Free Entrances: Add

Characteristics:

Interest on art:

Interest on history:

Interest on science:

Interest on music:

Interest on sport:

Interest on cinema:

Interest on theater:

Age Indicated:

Lecturers: Add

Language:

Type:

☐ Barriers

Commentaries:

Accept Cancel

ConcertAgent

Name:

Address:

ZipCode:

Street Number:

Street:

City:

Country:

Schedule:

Day:

Month:

Year:

Schedule:

Price:

Price:

Discounts: Add

Free Entrances: Add

Characteristics:

Interest on art:

Interest on history:

Interest on science:

Interest on music:

Interest on sport:

Interest on cinema:

Interest on theater:

Age Indicated:

Interprets: Add

Style:

☐ Barriers

Commentaries:

Accept Cancel

SportAgent

Name

Address
 ZipCode
 Street Number
 Street
 City
 Country

Schedule
 Day
 Month
 Year
 Schedule

Price
 Price
 Discounts
 Free Entrances

Characteristics
 Interest on art:
 Interest on history:
 Interest on science:
 Interest on music:
 Interest on sport:
 Interest on cinema:
 Interest on theater:
 Age Indicated:
 Type:
☐ Barriers

Commentaries

FilmAgent

Name

Address
 ZipCode
 Street Number
 Street
 City
 Country

Schedule
 Day
 Month
 Year
 Schedule

Price
 Price
 Discounts
 Free Entrances

Characteristics
 Interest on art:
 Interest on history:
 Interest on science:
 Interest on music:
 Interest on sport:
 Interest on cinema:
 Interest on theater:
 Age Indicated:
 Genre:
 Director:
 Actors:
 Language:
☐ Barriers

Commentaries

TheaterAgent

Name
[Text Field]

Address
ZipCode [Text Field]
Street Number [Text Field]
Street [Text Field]
City [Text Field]
Country [Text Field]

Schedule
Day [1] [Dropdown]
Month [January] [Dropdown]
Year [2005] [Dropdown]
Schedule [Text Field]

Price
Price [Text Field]
Discounts [Text Field] [Add]
Free Entrances [Text Field] [Add]

Characteristics
Interest on art: [Nothing] [Dropdown]
Interest on history: [Nothing] [Dropdown]
Interest on science: [Nothing] [Dropdown]
Interest on music: [Nothing] [Dropdown]
Interest on sport: [Nothing] [Dropdown]
Interest on cinema: [Nothing] [Dropdown]
Interest on theater: [Nothing] [Dropdown]
Age Indicated: [All] [Dropdown]
Genre: [Classical] [Dropdown]
Director: [Text Field]
Actors: [Text Field] [Add]
Languages: [Catalan] [Dropdown]
☐ Barriers

Commentaries
[Text Area]

[Accept] [Cancel]

9 JOC DE PROVES

Per a provar l'aplicació s'han buscat informació de varies activitats de cada tipus. Començarem per mostrar les dades que s'han usat per a fer les proves i amb que s'inicia la base de dades.

Concerts:

ID_ACTIVITY	NAME	COUNTRY	ZIP_CODE	CITY	STREET	STREET_NUMBER	SCHEDULE	PRICE	FREE	DISCOUNTS	BARRIERS	DAY_B	MONTH_B	YEAR_B	INTERPRETS	STYLE	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER	AGE	COMMENTARIES
ConcertAgent1	Orquestra simfònica del Jazz	Spain	43003	Tarragona	Cristòfor Colom	2																			

Conferències

ID_ACTIVITY	NAME	COUNTRY	ZIP_CODE	CITY	STREET	STREET_NUMBER	SCHEDULE	PRICE	FREE	DISCOUNTS	BARRIERS	DAY_B	MONTH_B	YEAR_B	LECTURERS	LANGUAGE	TYPE	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER	AGE	COMMENTARIES
ConferenceAgent1	Farmàcia i pacients	Spain	43003	Tarragona	Enric Ossorio	1																				

Exposicions

ID_ACTIVITY	NAME	COUNTRY	ZIP_CODE	CITY	STREET	STREET_NUMBER	WORKABLE	HOLIDAYS	CLOSED	PRICE	FREE	DISCOUNTS	BARRIERS	DAY_B	MONTH_B	YEAR_B	DAY_E	MONTH_E	YEAR_E	TYPE	AUTHORS	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER	AGE	COMMENTARIES
ExhibitionAgent1	Dones a Tarraco	Spain	43003	Tarragona	Plaça del Rei	5																								

Cinema

ID_ACTIVITY	NAME	COUNTRY	ZIP_CODE	CITY	STREET	STREET_NUMBER	SCHEDULE	PRICE	FREE	DISCOUNTS	BARRIERS	DAY_B	MONTH_B	YEAR_B	GENRE	DIRECTOR	ACTORS	LANGUAGE	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER	AGE	COMMENTARIES			
FilmAgent1	The Ghost and Mrs. Muir	Spain	43003	Tarragona	Plaça del Pallol	3																								
FilmAgent2	Ninotchka	Spain	43005	Tarragona	Plaça del Pallol	3																								

Itineraris

ID_ACTIVITY	NAME	WORKABLE	HOLIDAYS	CLOSED	PRICE	FREE	DISCOUNTS	BARRIERS	GUIDE	LANGUAGES	TYPE	TIME	SITES	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER	AGE	COMMENTARIES
ItineraryAgent2	City2	10:00-13:00	10:00-14:00			3	Children	1	0	Catalan,Spanish												
Historical	120	Roman Theater/Necropolis/Forum of the colony		A lot	Medium	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	All	Roman itinerary in Tarragona										
ItineraryAgent1	City1	10:00-13:00	10:00-14:00	Monday	6		Pensioner	0	1	Catalan,Spanish,English	Historical	90	Archaeological Museum/Provincial Forum/Amphitheater	Little	A lot	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	All	Roman itinerary in Tarragona

Museus

ID_ACTIVITY	NAME	COUNTRY	ZIP_CODE	CITY	STREET	STREET_NUMBER	TELEPHONE	EMAIL	WORKABLE	HOLIDAYS	CLOSED	PRICE	FREE	DISCOUNTS	BARRIERS	GUIDE	LANGUAGES	TYPE	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER	AGE	COMMENTARIES	
MuseumAgentB1	Museu Nacional Arqueològic	Spain	43003	Tarragona	Pl. del Rei	5	977 23 62 09	www.mnat.es	10:00-14:00/17:00-19:00	10:00-18:00	Monday	5	Children	Pensioner	1	1	Catalan,Spanish,English,French	Archaeology	A lot	A lot	Little	Little	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	All	Museum Tgn
MuseumAgentA1	Museu de Història de Tarragona	Spain	43003	Tarragona	Cavallers - Casa Castellarnau	14	977 24 22 20	www.fut.es/~ajtargna/recintes	10:00-18:00	10:00-18:00	Monday	6	Children	Pensioner	1	1	Catalan,Spanish	History	A lot	A lot	Little	Medium	Nothing	Nothing	Nothing	Little	All	Museum Tgn

Esports

ID_ACTIVITY	NAME	COUNTRY	ZIP_CODE	CITY	STREET	STREET_NUMBER	SCHEDULE	PRICE	FREE	DISCOUNTS	BARRIERS	DAY_B	MONTH_B	YEAR_B	TYPE	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER	AGE	COMMENTARIES				
SportAgent2	Partit CBT-CB Valls Fòlix Hotel	Spain	43005	Tarragona	Josep Català Rufí	s/n	17:00	6		Students	0	9	3	2005	Basketball	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	A lot	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing
SportAgent1	Partit Nòstic-Recreativo	Spain	43007	Tarragona	Barri Ermita Salut	s/n	17:00	8		Students	0	13	3	2005	Football	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	A lot	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing

Teatre

ID_ACTIVITY	NAME	COUNTRY	ZIP_CODE	CITY	STREET	STREET_NUMBER	SCHEDULE	PRICE	FREE	DISCOUNTS	BARRIERS	DAY_B	MONTH_B	YEAR_B	GENRE	DIRECTOR	ACTORS	LANGUAGE	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER	AGE	COMMENTARIES	
TheaterAgent1	La ferida lluminosa	Spain	43003	Tarragona	Rambla Nova	46	21:00	18		0	14	3	2005	Drama	XX yy	ddd dddd dddd	Catalan	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing
TheaterAgent2	Maria Rosa	Spain	43005	Tarragona	Rambla Nova	46	21:00	22		0	5	3	2005	Drama	sss	sss	Catalan	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	Nothing	

Usuaris

ID_USER	AGE	COUNTRY	STUDIES	DAY_B	MONTH_B	YEAR_B	DAY_E	MONTH_E	YEAR_E	DISCAP	LANGUAGES	COMPANIONS	PRICE	ART	HISTORY	SCIENCE	MUSIC	SPORTS	CINEMA	THEATER
---------	-----	---------	---------	-------	---------	--------	-------	---------	--------	--------	-----------	------------	-------	-----	---------	---------	-------	--------	--------	---------

id1	Between_18_and_25_years	Spain	Graduated	1	2	2005	15	2	2005	
0 Catalan,Spanish	Alone	12	0.75	1	0.5	0.5	0.5	1	0	
id2	Between_18_and_25_years	Spain	Basics	1	2	2005	31	2	2005	0
Catalan,Spanish	Alone	12	1	1	0.5	0.5	0.5	1	0	
id3	Between_18_and_25_years	Spain	University	1	2	2005	7	2	2005	0
Catalan,Spanish	Alone	12	0.75	0.75	0.5	0.5	0	1	0.75	
id4	Between_18_and_25_years	Spain	University	1	3	2005	15	3	2005	
0 Catalan,Spanish	Family	12	0.75	1	0.5	0.5	0	1	0	
id5	Between_45_and_60_years	France	University	1	2	2005	15	2	2005	
0 Catalan,Spanish,French	Alone	12	0.75	1	0.5	0.5	0	1	1	
id6	Between_45_and_60_years	France	Basics	1	3	2005	31	3	2005	1
French	Alone	12	0.75	1	0.5	0.5	1	0	0	
id7	Between_45_and_60_years	France	Basics	1	3	2005	31	3	2005	1
French	Alone	12	0.75	1	0.5	0.5	1	0	0	
id8	Between_45_and_60_years	France	University	1	2	2005	15	2	2005	
0 Catalan,Spanish,French	Alone	12	0.75	1	0.5	0.5	0	1	1	
id9	Between_45_and_60_years	France	University	1	2	2005	15	2	2005	
0 Catalan,Spanish,French	Alone	12	0.5	1	0.5	0.5	0	1	1	
id10	Between_18_and_25_years	Spain	Graduated	1	2	2005	15	2	2005	
0 Catalan,Spanish	Alone	12	0.75	1	0.5	0.5	0.5	1	0	
id11	Between_18_and_25_years	Spain	Basics	1	2	2005	31	2	2005	0
Catalan,Spanish	Alone	12	1	1	0.75	0.5	0.5	1	0	
id12	Between_18_and_25_years	Spain	University	1	2	2005	7	2	2005	
0 Catalan,Spanish	Alone	12	0.5	0.75	0.5	0.5	0	1	0.75	

9.1 Cerques

Inicialment veurem alguns exemples de cerques.

La primera cerca consistirà en buscar activitats de tipus monument, i que el subtipus sigui de tipus religiós. A més buscarem qualsevol tipus d'itinerari, però posarem la restricció que l'idioma utilitzat sigui l'anglès.

El resultat obtingut ha estat que s'han trobat dues activitats, de monuments religiosos només en teníem un i és aquest el que s'ha trobat. D'itineraris en teníem dos, però només en un d'ells l'idioma usat era l'anglès. Justament aquest era el que s'ha trobat. Per tant, les activitats obtingudes han estat:

Monuments	Itineraris
Cathedral	Itinerary City1

La segona cerca que farem consistirà en buscar activitats del tipus teatre i pel·lícules. Es demanarà, a més que es cerquin activitats amb un preu inferior a 20 euros.

Els resultats han estat els següents:

Teatre	cinema
La ferida lluminosa	The Ghost and Mrs. Muir
	Ninotchka

Les dues sessions de cinema que teníem tenien un preu menor a 20 euros i per tant s'han trobat les dues. De les dues obres teatrals que teníem només una d'elles tenia un preu inferior a 20 euros i s'ha afegit a les activitats buscades.

9.2 Recomanacions

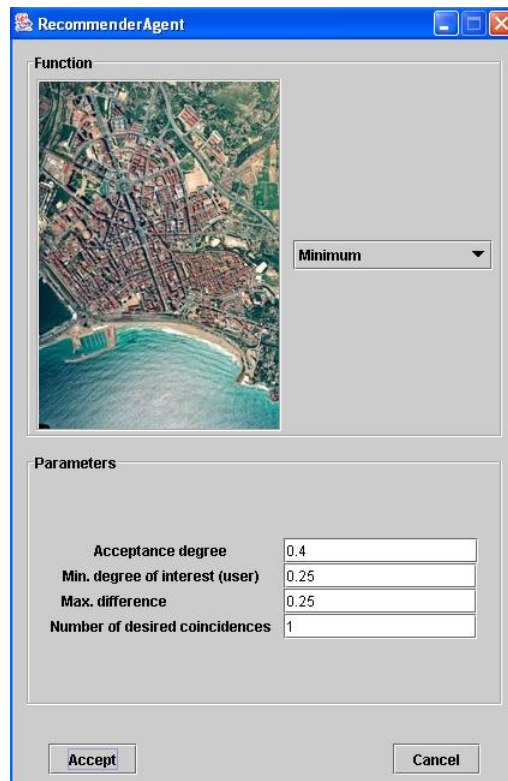
Farem una recomanació per cada possibilitat de tipus de recomanació que tenim.

Els interessos del usuari seran els següents per a totes les proves:

Interès	Valor
art	Rather
història	Rather
ciència	Nothing
musica	Nothing
esport	Nothing
cinema	Nothing
teatre	Rather

Mínima distància

Començarem fent una recomanació usant la tècnica de la mínima distància amb els valors per defecte excepte el grau d'acceptació que el disminuïrem a 0.4.



The screenshot shows a window titled "RecommenderAgent". It contains a "Function" section with a map of Tarragona and a dropdown menu set to "Minimum". Below this is a "Parameters" section with four input fields: "Acceptance degree" (0.4), "Min. degree of interest (user)" (0.25), "Max. difference" (0.25), and "Number of desired coincidences" (1). At the bottom are "Accept" and "Cancel" buttons.

Els resultats obtinguts són les següents:

Els monuments Amphitheater, Aqueduct i Cathedral, l'exposició Dones a Tarraco, els itineraris City1 i City2, les obres de teatre La ferida lluminosa i Maria Rosa, i els museus Museu Nacional Arqueològic i Museu de Història de Tarragona.

Com es pot comprovar aquestes recomanacions satisfan els interessos dels usuaris, ja que l'usuari estava bàsicament interessat en art, ciència i teatre i totes les activitats recomanades estan relacionades amb aquestes tres coses.

Distància Euclidea

A continuació es realitzarà la recomanació amb la distància Euclidea . Els valors que s'utilitzaran en els paràmetres seràn els valors per defecte excepte el grau d'acceptació que el disminuïrem a 0.4.

Els resultats obtinguts són les següents:

Amphitheater, Aqueduct, Cathedral, Dones a Tarraco, City1, City2, Museu Nacional Arquelògic, Museu de Història de Tarragona.

Els resultats obtinguts són una mica més estrictes que en el cas anterior, però si, per exemple, relaxem grau d'acceptació i el posem a 0.5 els resultats seran els mateixos que el cas anterior.

Distància Euclidea amb pesos

A continuació es realitzarà la recomanació amb la distància Euclidea amb pesos. Els valors que s'utilitzaran en els paràmetres seran els valors per defecte excepte el grau d'acceptació que el disminuïrem a 0.4.

Els resultats obtinguts són les següents:

Museu de Història de Tarragona

Com es pot observar aquest tipus de recomanació és molt més estricta. Si, per exemple, relaxem grau d'acceptació i el posem a 0.5 el resultat obtingut és el següent:

Amphitheater, Aqueduct, Cathedral, Dones a Tarraco, City1, Museu Nacional Arquelògic, Museu de Història de Tarragona.

Comptar

A continuació es realitzarà la recomanació comptant aquelles activitats que compleixin condicions. Els valors que s'utilitzaran en els paràmetres seran els valors per defecte excepte el grau d'acceptació que el disminuïrem a 0.4.

Els resultats obtinguts són les següents:

Cap activitat recomanada

Aquest tipus de recomanació resulta la més estricte de totes, cal relaxar molt el grau d'acceptació per a que es realitzi una recomanació amb un nombre raonable d'activitats. El relexem a 0.8.

Els resultats obtinguts són les següents:

Amphitheater, Aqueduct, Cathedral, , Dones a Tarraco, City2, Museu Nacional Arquelògic, Museu de Història de Tarragona

Recomanació col·laborativa:

En aquesta prova es realitza una recomanació col·laborativa, es creen clusters d'usuaris semblants i es busca l'usuari més semblat a ell. Un cop tenim aquest usuari realitzem una recomanació de distància Euclídea amb pesos amb els valors per defecte.

Els resultats obtinguts són les següents:

Amphitheater, Aqueduct, Cathedral, Dones a Tarraco, City1, Museu Nacional Arqueològic, Museu de Història de Tarragona

9.3 Informació obtinguda

A partir de totes les proves realitzades, tant les esmentades en aquest informe com les que s'ha fet apart, es poden treure varies conclusions.

La tècnica de la *mínima distància* és la tècnica de recomanació menys restrictiva, però es converteix en més restrictiva a mesura que s'incrementen l'interès mínim que un usuari pot tenir en una característica d'una activitat i s'incrementa l'interès mínim que l'activitat té en una característica determinada. També, augmenta a mesura que el nombre de coincidències que es damanin que es compleixin s'allunyi de 1 i s'acosti a 7.

La tècnica de la *distància Euclídia* és una mica més restrictiva que l'anterior. El nombre de recomanacions que ofereix disminueix a mesura que disminueix el grau d'acceptació o que augmenta l'interès mínim que un usuari pot tenir en una característica determinada.

La tècnica de la *distància Euclídea amb pesos* és semblant a l'anterior, però és encara més restrictiva. El número de recomanacions que ofereix a l'usuari disminueix a mesura que disminueix el grau d'acceptació.

La tècnica de *comptar* activitats que compleixen certes condicions és la tècnica de recomanació que restringeix més activats a ser recomanades. La situació empitjorà quan s'augmenta el grau de rigidesa o quan s'incrementen l'interès mínim que un usuari pot tenir en una característica d'una activitat i s'augmenta l'interès mínim que l'activitat té en una característica determinada.

Pel que fa a la recomanació *col·laborativa* intenta buscar usuaris semblants a usuari al que se li fa la recomanació. Els resultats obtinguts depenen de la resta d'usuaris que es trobin en el sistema i de fins a quin punt siguin semblants amb l'usuari demana la recomanació. Si no troba cap usuari prou semblant en el sistema pot arribar a no recomanar cap activitat.

10 TREBALLS FUTURS

L'objectiu d'aquest projecte era dissenyar un sistema de recomanació sobre un sistema Multi-Agent que servís per a realitzar recomanacions d'activitats turístiques a turistes esporàdics i de crear un sistema de cerques simples d'activitats. L'objectiu es pot dir que s'ha aconseguit, però es podrien realitzar millores.

Com a treballs futurs podríem enumerar:

- Agent ClusDMA necessita un mínim de cinc candidats per a realitzar la valoració de l'adequació de cada candidat amb una feina. Es podria implementar mitjançant tècniques d'intel·ligència artificial, una manera d'ordenar els candidats quan el seu nombre és inferior a cinc.
- Actualment es treballa amb un sol agent Recomanador i amb un sol agent Broker dins del domini de Tarragona i la Costa Daurada. Es podria ampliar el nombre d'aquest agents, especialitzant-los en tipus de recomanacions, en recomanacions per altres zones geogràfiques aconseguint un sistema recomanador a nivell autonòmic, estatal, etc.
- També seria interessant, poder integrar el projecte en dispositius mòbils (PDA, mòbils) ja que això donaria a l'usuari final molta comoditat d'interacció.
- Com a millora interessant, es podria ampliar el nombre de tipus d'activitats diferents amb les que es treballa, es podrien afegir activitats com festes populars, cursos, etc.
- També seria interessant, mostrar mapes, per exemple, dels llocs on es realitzaran les activitats o oferir a l'usuari planing diari de les activitats que pot realitzar

11 VALORACIÓ

Realitzar aquest projecte m'ha suposat reciclar-me i aprofundir en els meus coneixements d'Agents i Sistemes Multi-Agent, ja que ja tenia nocions d'aquest tema per haver cursat l'assignatura d'Intel·ligència Artificial i per haver realitzat el projecte final de carrera d'Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió.

També, han estat de molta utilitat per a la realització d'aquest projecte els coneixements obtinguts de bases de dades i els coneixements en la programació en Java.

El més important que m'ha aportat aquest projecte és la possibilitat de fer un estudi profund dels sistemes de recomanació i de poder-los aplicar en un prototipus de gran complexitat que intenta englobar el màxim de camps dins dels recomanadors.

En aquest projecte, mitjançant Sistemes Muti-Agent s'ha pogut desenvolupar una aplicació distribuïda, dotada de molta flexibilitat, on els diversos agents treballen conjuntament per aconseguir els seus respectius objectius.

Finalment, voldria agrair l'assessorament que m'han proporcionat Aïda Valls i Antoni Moreno i agrair als meus companys de GrusMA les seves aportacions amb projectes sobre Sistemes Multi-Agent.

12 REFERENCIES

[Ardissono, 2003]

Ardissono, L., Goy, A., Petrone, G., Segnan, M., Torasso, P., *Intrigue: Personalized recommendation of tourist attractions for desktop and handset devices*, Applied Artificial Intelligence, pp. 687-714, (2003)

[Balabanovic & Shoham, 1997]

Balabanovic, M. & Shoham, Y., *Content-based, Collaborative Recommendation*, Communications of the ACM, vol.40, n.3, pp. 66-72 (1997).

[Balabanovic, 1997]

Balabanovic, M, *An adaptative web page recommendation service*. In Proceedings of the 1st International Conference on Autonomous Agents (1997)

[Basu, 1998]

Basu, C, Hirsh, H., & Cohen, W., *Recommendation as classification: using social and content-based information in recommendation*. Proceedings of national Conference on Artificial Intelligence, pp.714-720 (1998)

[Boone, 1998]

Boone, G., "Concept Features in Re:Agent, an Intelligent Email Agent". Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents (Agents'98), ACM Press, pp. 141-148, (Marzo 1998).

[Chen & Sycara, 1998]

Chen, L. & Sycara, K. *Webmate: A Personal Agent for Browsing and Searching*, Proceedings of the 2nd International Conference on Autonomous Agents, pp. 132-139, ACM Press (1998)

[Everitt, 1977]

Everitt, B., *Cluster Analysis*, Heinemann Educational Books Ltd (1977)

[Fink & Kobsa, 2002]

Fink, J. & Kobsa, A., *User Modeling for Personalized City Tours*, Artificial Intelligence Review 18, Kluwer Academic Publishers, pp.33-74, (2002)

[FIPA, 2000b]

Foundation for Intelligent Physical Agents (2000), *FIPA Agent Management Specification*, FIPA

[FIPA, 2000c]

Foundation for Intelligent Physical Agents (2000), *FIPA SL Content Language Specification*, FIPA

[FIPA, 1998a]

Foundation for Intelligent Physical Agents (1998), *Agent Communication Language*, FIPA

[Jensen, 1996]

Jensen, F. *An Introduction To Bayesian Networks*. UCL Press, (1996).

[Kantardzic, 2003]

Kantardzic, M., *Data Mining: Concepts, Models, Methods and Algorithms*, John Wiley & Sons (2003)

[Krulwich&Burkey, 1996]

Krulwich, B. and C. Burke., *Learning user information interests through extraction of semantically significant phrases*. In. Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Machine Learning in Information Access. Stanford, California, (March 1996).

[Krulwich, 1997]

Krulwich, B. *LifeStyle Finder: Intelligent user profiling using large-scale demographic data*, AI Magazine, volume 18 (number 2) pp.37--45 (1997)

[Lee&Yang, 2003]

Lee, W. & Yang, T., *Personalizing information appliances: a multi-agent framework for TV programme recommendations*, Expert Systems with Applications, pp. 331-341, (2003)

[Montaner, 2003]

Montaner, M., *Collaborative recomender agents on case-based reasoning and trust*, Tesis Doctoral, Dep. d'electrònica, informàtica y automàtica, Universitat de Girona (Septiembre 2003)

[Resnick&Varian, 1997]

Resnick, P. & Varian, H., *Recommender Systems*, Communications of the ACM, Vol. 40, No. 3, (1997)

[Sánchez, 2001]

Sánchez, D. (2001), *Un Sistema Multi-Agent d'ajuda a l'assignació d'òrgans en trasplantaments. El mètode ClusDM amb criteris lingüístics*. Projecte Final de Carrera, Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes, Universitat Rovira i Virgili

[Schwab&Kobsa, 2002]

Schwab, I. & Kobsa, A., *Adaptivity through Unobstrusive Learning*, Special Issue on Adaptivity User Modeling, pp.5-9, (2002)

[Shardanand&Maes, 1995]

Shardanand, U. & Maes, P., *Social information filtering: Algorithms for automating "word of mouth"*, In conference on Human Factors in Computing Systems –CHI'95, (1995)

[Sorensen&McElligott, 1995]

Sorensen, H. & Mc Elligott, M., *PSUN: A Profiling System for Usenet News*, In Proc. CKIM '95 Workshop on Intelligent Information Agents, Baltimore, USA (Diciembre 1995)

[Stefani&Strapparava, 1998]

Stefani, A. & Strapparava, C., *Personalizing Access to Web Sites: The SiteIF Project*, In Proc. 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia HYPERTEXT'98, Pittsburgh, USA, (Junio 1998)

[Tora, 1996]

Tora, V., *Negation Functions based semantics for ordered linguistic labels*. Int. Journal of Intelligent Systems, vol 11, pp975-988 (1996)

[Valls, 2002]

Valls, A., *CLUSDM: a multiple criteria decision making method for heterogeneous data sets*, Tesi Doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya (2002)

[Wang, 2004]

Wang, Y., Chuang, Y., Hsu, M. & Keh, H., *A personalized recommender system for the cosmetic business*, Expert Systems with Applications 26, pp.427-434, (2004)

[Weiss, 1999]

Weiss, G., (Ed.) *Multiagent systems: a modern approach to distributed artificial intelligence*, The MIT Press, Cambridge (1999)

[White, 2003]

White, H., *Pathfinder networks and author cocitation analysis: A remapping of paradigmatic information scientists*, Journal of the American Society for Information Science and Technology , volume 54 ,Issue 5, pp. 423 – 434 (Marzo 2003)

[Wooldridge, 2002]

Wooldridge, M., *An introduction to multiagent systems*, John Wiley & Sons (2002)

[Zapata, 2003]

Zapata, P., *Agentes que proporcionan servicios de turismo a los visitantes de Tarragona dentro del proyecto de AgentCities*, Projecte Final de Carrera, Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes, Universitat Rovira i Virgili (2203)