

Intel·ligència Artificial: Pràctica de Sistemes Basats en el Coneixement

Pol Marcet, Pablo Vega, Adrià Fernández

Curs 2021-2022, Semestre de Tardor

Continguts

1	Introducció	2
2	Identificació	3
2.1	Descripció del Problema i Objectius	3
2.2	Viabilitat del SBC	3
2.3	Fonts de Coneixement	3
3	Conceptualització	4
3.1	Conceptes del Domini	4
3.2	Descripció de Problemes i Subproblemes	5
3.3	Coneixements Experts	6
4	Formalització	7
4.1	Classes de l'Ontologia	7
4.2	Sol·licitant	7
4.3	Servei	9
4.4	Habitatge	10
4.5	Lloc de Treball	11
5	Implementació	12
5.1	Prototip 1	12
5.2	Prototip 2	12
5.3	Prototip 3	12
6	Experimentació	13
6.1	Prova 1	13
6.2	Prova 2	15
6.3	Prova 3	17
6.4	Prova 4	18
6.5	Prova 5	19
6.6	Prova 6	20
7	Conclusions	21

1 Introducció

Aquesta pràctica ens planteja la creació d'un *Sistema Basat en el Coneixement*. Fins ara, els sistemes que hem dissenyat disposaven d'una quantitat d'informació molt limitada, però alguns sistemes més complexos poden requerir la incorporació d'informació experta. Aquest és el cas dels *agents basats en el coneixement*.

El llibre *Artificial Intelligence: a Modern Approach* els descriu així: "*Aquests agents poden combinar i recombinar informació per adaptar-se a una infinitat de propòsits. Sovint, aquest procés pot estar força allunyat de les necessitats del moment, com quan un matemàtic demostra un teorema o un astrònom calcula l'esperança de vida de la Terra. Els agents basats en el coneixement poden acceptar noves tasques en forma d'objectius descrits explícitament; poden assolir la competència ràpidament si els expliquen o aprenen nous coneixements sobre el medi; i poden adaptar-se als canvis de l'entorn actualitzant els coneixements pertinents*".

La pràctica ens proposa realitzar un sistema d'assignació d'habitatges a una sèrie de sol·licitants. Per a la seva elaboració hem seguit la metodologia recomanada per l'assignatura: identificació, conceptualització, formalització i implementació. Seguidament, realitzarem una sèrie de proves per comprovar l'efectivitat del nostre sistema. Finalment, hem elaborat unes conclusions.

2 Identificació

2.1 Descripció del Problema i Objectius

El problema ens proposa posar-nos en el paper de la regidora de l'habitatge de Barcelona, que té l'objectiu d'assignar a una sèrie de clients un habitatge que compleixi unes certes característiques sol·licitades. Entre les característiques sol·licitades s'inclou la proximitat o llunyania preferible a una sèrie de serveis que ofereix la ciutat. Més concretament, definim un servei com a proper si es troba a menys de 1000 metres de distància, a mitjana distància si es troba a menys de 3000 metres de distància, i no-proper si no hi ha cap en un radi de 1000 metres.

L'objectiu és obtenir una llista d'habitatges ordenats segons la seva proximitat a les necessitats del sol·licitant. Si s'adequa a les necessitats a més mostra una llista de característiques extres positives, i si no s'adequa mostra els motius que no compleixen les necessitats.

2.2 Viabilitat del SBC

Abans de tot, hauríem de comprovar si el problema es podria solucionar d'una forma òptima mitjançant els sistemes basats en el coneixement. Com podem veure, el problema es basa en la feina que possiblement, des de fa anys, s'encarregaria una persona experta en el tema dels immobles, cosa que ja ens comença a guiar d'una bona forma a l'hora de crear un sistema basat en el coneixement dels immobles per decidir quin pis s'adapta més a les característiques de la persona.

També podem veure que podem abstraure el problema en la forma d'un domini amb una sèrie de classes i les seves característiques, que seria la creació d'una ontologia. Finalment, crear les regles que ens porti de les característiques del sol·licitant al pis que més s'apropi a les seves necessitats. Aquesta part seria el pas necessari d'abstracció que requereixen els problemes per ser solucionats amb SBC. El problema tampoc té una magnitud molt gran, cosa que ens facilita la part de donar-li el coneixement al sistema.

Llavors, en conclusió, com podem veure, és un problema que el podríem solucionar fent servir SBC de manera favorable.

2.3 Fonts de Coneixement

Per tal de poder trobar les solucions al problema farem servir les següents fonts:

- Als *sol·licitants* se'ls farà una sèrie de preguntes per a tal de concretar quin tipus d'habitatge prefereixen, que es guardaran en una sèrie de variables.
- Els *immobles disponibles*, els quals contenen una sèrie d'atributs amb els seus valors que ens faran trobar a partir dels atributs d'aquest i els dels sol·licitants el més adequat per la persona.
- Per als *serveis*, és necessari concretar les seves coordenades.
- Finalment, hem emprat una sèrie de *Coneixements Experts* extrets de fonts expertes i el nostre sentit comú per a desenvolupar el sistema.

Tots aquests punts els desenvoluparem amb major completesa en els apartats posteriors.

3 Conceptualització

En aquest apartat veurem com hem dividit i estructurat el problema per tal de poder solucionar-lo fent servir un SBC.

3.1 Conceptes del Domini

Per a definir el nostre domini, hem establert les següents característiques per la definició d'un habitatge:

- El tipus d'habitatge (unifamiliar, pis, dúplex).
- Si disposa d'ascensor.
- Si és un àtic.
- Quina planta és.
- Si disposa d'aire condicionat
- Si està moblada.
- El seu any de construcció.
- La seva superfície.
- Si disposa de balcó.
- Si disposa de bones vistes.
- Si disposa de calefacció.
- Si disposa d'electrodomèstics.
- Si disposa de jardí.
- Si permet tenir mascotes.
- El nombre de dormitoris simples.
- El nombre de dormitoris dobles.
- El nombre de lavabos.
- Si disposa de parquet.
- Si disposa de piscina comunitària.
- Si disposa d'una plaça de garatge.
- El seu preu.
- Si li dona el sol i a quines hores (matí, tarda, ambdues).
- Si disposa de terrassa.
- Les seves coordenades, en latitud i longitud.

Per a descriure els clients, hem establert les següents característiques:

- L'edat del sol·licitant.
- El preu màxim disposat a pagar.
- El preu mínim que consideren acceptable.
- Si són estrictes amb el preu.
- Si és un sol·licitant individual o per un grup de persones.

- Si treballa, i en cas afirmatiu, les coordenades del treball.
- Si disposa de cotxe.
- La superfície aproximada preferible.
- Si vol un habitatge amb balcó.
- Si vol un habitatge amb terrassa.
- Si vol un habitatge ja moblada.
- Si vol un habitatge ja equipada amb electrodomèstics.
- Si vol un habitatge ja equipada amb aire condicionat.
- Si vol un habitatge ja equipat amb calefacció.
- Si vol un habitatge que disposi de piscina comunitària.
- Si vol un habitatge que disposi de parquet.
- Si vol un habitatge construït recentment.

Adicionalment, a cada sol·licitant també se li ha preguntat d'una sèrie de serveis si els vol a una distància curta, a una distància mitjana o lluny. Hem definit els següents serveis:

- Biblioteques.
- Llocs Emblemàtics.
- Zones Verdes.
- Zones Comercials.
- Hipermercats i Supermercats.
- Hospitals o CAPs.
- Gimnasos.
- Escoles.
- Transport Públic.
- Zones Culturals
- Zones d'oci nocturn.
- Platges.
- Polígons industrials.

3.2 Descripció de Problemes i Subproblemes

La primera divisió en subproblemes que tenim és la següent:

- L'extracció del coneixement mitjançant l'elaboració d'una sèrie de preguntes als sol·licitants, i l'emmagatzematge d'aquestes dades a la instància sol·licitant del problema, no inferint cap tipus d'abstracció.
- Inferim algunes dades sobre l'usuari a partir del coneixement obtingut de les preguntes realitzades i fent servir les regles establertes de deducció mencionades anteriorment.
- L'avaluació del conjunt d'habitatges segons la informació obtinguda i els serveis que té a la seva proximitat. Els serveis seran avaluats segons la proximitat a l'habitatge i de com els vol el sol·licitant.

- L'ordenació i classificació dels habitatges segons l'adheriment a les necessitats i l'entrega dels resultats.

En més detall, l'avaluació del conjunt d'habitatges es pot dividir en aquests subproblemes.

- Comprovar si les variables de l'habitatge encaixen amb les preguntes del sol·licitant, exceptuant serveis.
- Comprovar que l'habitatge encaixi amb les necessitats de servei del sol·licitant. Aquest punt estarà dividit en els següents subproblemes:
 - Calcular la distància entre tots els serveis i l'habitatge, i guardar la distància més propera per a cada tipus de servei.
 - Abstraure la distància en propera/mitjana/no-propera i comprovar si això encaixa amb les necessitats del sol·licitant.
- Veure si l'habitatge disposa d'algunes característiques positives addicionals, en el cas que el pis compleixi amb totes les necessitats de l'usuari. En cas que el pis no sigui l'adequat, es mostrarà aquelles característiques que no compleixen els requeriments del sol·licitant.

Més enllà, cada una de les característiques individuals d'un habitatge o serveis (calefacció, parquet, zones verdes) podria ser considerada com un subproblema, la qual cosa fa que el sistema disposi d'una gran modularitat i facilita l'ampliació o reducció del sistema segons com de complert i proper a la realitat és vulgui realitzar.

3.3 Coneixements Experts

Per tal de dotar el sistema del coneixement necessari, hem fet servir varies fonts. Primer, vam anar a una oficina d'assessoria de ventes de pisos i gestora anomenada '*Finques Rubio*', a Santa Coloma de Gramenet, per preguntar-li a un dels treballadors quins tipus d'abstraccions podrien arribar a fer segons les característiques del sol·licitant. També vam fer servir varies pàgines web com: *habitacalia.com*, *idealista.com*, *fotocasa.es*... També hem emprat el nostre sentit comú en alguns casos senzills.

Un cop obtingut aquest coneixement, hem pogut realitzar les següents abstraccions, entre altres:

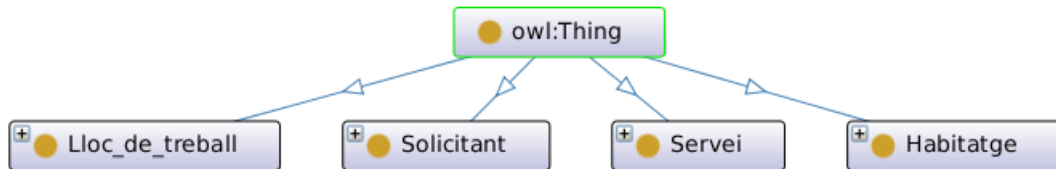
- Si una persona té una mascota, el pis que busca ha de permetre l'estància d'aquesta.
- Si una persona té més de 70 anys o té necessitats de mobilitat especials voldria un pis amb ascensor o que fos planta 0 o unifamiliar.
- Si es tracta d'un grup de persones, hauria d'haver-hi prou habitacions per poder acomodar totes les persones, tenint en compte que algunes (com es en el cas d'una parella) volen compartir habitació.
- Si es tracta d'un grup de persones, hauria d'haver-hi com a mínim un lavabo per cada 4 persones.
- Si una persona treballa a la ciutat i no disposa de cotxe hauria d'haver-hi transport públic a prop de l'habitatge i a prop del lloc de treball.
- Si el sol·licitant té cotxe, l'habitatge hauria de tenir garatge.

4 Formalització

En aquest apartat es mostraran un seguit d'imatges sobre les classes creades i els seus atributs a l'hora de crear l'ontologia. Els rectangles verds mostren els atributs, és a dir, les característiques de les classes; en canvi, el rectangle blau representa una relació amb una altra classe.

4.1 Classes de l'Ontologia

Per al desenvolupament de l'ontologia hem emprat el programari *Protégé* i hem seguit la metodologia recomanada per l'assignatura. Primerament, hem realitzat una divisió del problema en les seves classes fonamentals, d'aquesta forma:



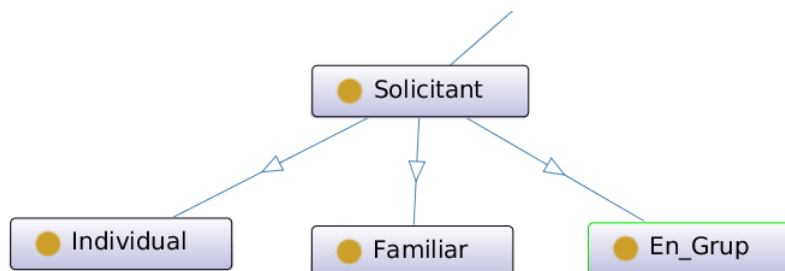
En els propers apartats desenvoluparem individualment cada una d'aquestes classes.

4.2 Sol·licitant

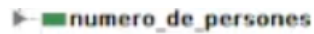
La classe Sollicitant té els següents atributs segons les seves necessitats:



També hem separat sol·licitants en les següents subclasses:

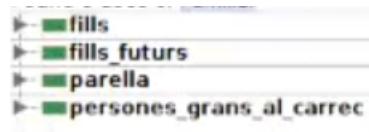


La subclasse En Grup té un únic atribut addicional:



```
▶ numero_de_persones
```

La subclasse Família té els següents atributs addicionals:



```
▶ fills
▶ fills futurs
▶ parella
▶ persones grans al carreg
```

La subclasse Individual no té cap atribut addicional.

Aquesta classe ens ha sorgit per la necessitat d'emmagatzemar la informació que pertoca al sol·licitant, per tal d'inferir les seves necessitats habitacionals. Cada instància de Sol·licitant està relacionada amb els tipus de serveis segons la seva preferència. Addicionalment, tenim una relació amb el lloc de treball, si escau.

Al principi, vam començar a treballar amb una única classe Sol·licitant, però vam veure com diferents tipus de sol·licitants els corresponien atributs diferents i no podien ser tractats de la mateixa forma en una sola instància, i és per això que vam decidir especialitzar-ho en subclasses.

4.3 Servei

La classe servei disposa dels següents atributs i relacions:



Aquesta classe està especialitzada en les següents subclasses:



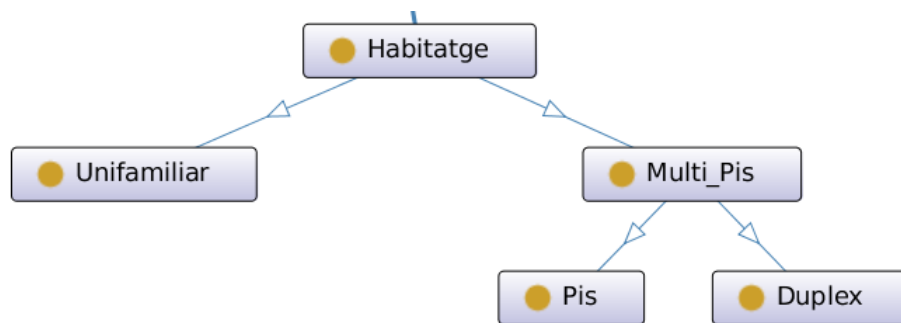
Aquesta classe té la utilitat d'emmagatzemar les coordenades d'un servei i el seu tipus. Les seves relacions totes són dirigides cap a serveis i no hi surten i per tant seran desenvolupades en els respectius apartats.

4.4 Habitatge

La classe Habitatge disposa dels següents atributs i relacions:

▶ acceptable	▶ mascotes
▶ acceptable_abstracto	▶ mascotes_cobert
▶ aire_condicionat	▶ necessitat_assencor_satisfeta
▶ aire_condicionat_satisfet	▶ numero_dormitoris_dobles
▶ amb_mobles	▶ numero_dormitoris_simples
▶ amb_mobles_satisfet	▶ numero_lavabos
▶ any_construccio	▶ parquet
▶ area	▶ parquet_satisfet
▶ area_satisfeta	▶ piscina_comunitaria
▶ balco	▶ piscina_comunitaria_satisfet
▶ balco_satisfet	▶ placa_garatge
▶ bones_vistes	▶ preu
▶ calefaccio	▶ preu_raonable
▶ calefaccio_satisfet	▶ printed
▶ description_result	▶ servei_cobert
▶ dormitoris_satisfets	▶ servei_mes_proper
▶ electrodomestics	▶ servei_no_cobert
▶ electrodomestics_satisfet	▶ solejat
▶ facil_transport_feina	▶ terrassa
▶ garatge_util	▶ terrassa_satisfet
▶ jardí	▶ ubicacio_x
▶ lavabos_satisfets	▶ ubicacio_y

A més, la classe habitatge està especialitzada en les següents subclasses.



Finalment, la subclasse Multipis disposa dels següents atributs:

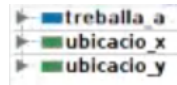
▶ ascensor
▶ atic
▶ planta

La classe Habitatge emmagatzema totes les característiques necessàries per descriure un habitatge. Addicionalment aquesta classe té una sèrie de relacions amb serveis que indiquen si la distància amb el servei es troba dins del rang proper o llunyà.

Ens va passar el mateix que amb Sollicitant, vam començar amb un model que englobava tot el contingut de Habitatges, però per necessitat d'atributs específics al tipus d'habitatge, vam haver de separar en subclasses especialitzades cadascuna d'aquestes.

4.5 Lloc de Treball

Aquesta classe disposa dels següents atributs:



Aquesta classe va sorgir per la necessitat de poder saber on treballava el sol·licitant. En comptes de tenir el lloc de treball dins dels atributs de Sol·licitant, vam decidir tenir-lo fora de la classe per a poder relacionar-lo amb serveis i altres instàncies si en fos necessari en un futur. Aquesta relació és opcional, és a dir, es contempla la possibilitat d'un sol·licitant que treballa fora de la ciutat o no treballa (i.e., turista).

5 Implementació

La implementació s'ha realitzat utilitzant el programari CLIPS. Els prototips es poden trobar al directori Prototips de l'entrega digital dins de la subcarpeta corresponent. Podeu trobar un fitxer *leeme.txt* per tal de veure com es poden executar i comprovar el seu funcionament.

El codi del prototip3, ha estat documentat per identificar les seves funcions i regles, així com l'acció que realitzen.

5.1 Prototip 1

Per al primer prototip vam implementar les variables necessàries i les instàncies on guardar-les de la classe Sol·licitant, Habitatge i Servei (primerament, només biblioteques, llocs emblemàtics i transport públic). Un cop teníem això vam desenvolupar les preguntes que es realitzarien als sol·licitants i vam comprovar que les seves respostes es guardessin adequadament.

Finalment, vam elaborar un primer prototip senzill que només comprovava les característiques dels habitatges, és a dir no tenia en compte els serveis. Vam poder comprovar com aquest prototip funcionava de forma correcta.

5.2 Prototip 2

Un cop comprovat que el nostre model inicial funcionés, vam començar a plantejar les relacions d'abstracció que podíem fer servir per tal de realitzar inferències sobre el nostre sol·licitant. Bàsicament, era la mateixa ontologia i el mateix model que l'anterior, amb la simple diferència que vam afegir unes variables que prèviament no existien i unes funcions d'inferència que prèviament tampoc existien.

Un cop teníem això vam realitzar un segon prototip que calculava la distància amb els serveis, abstrèia la distància i comprovava si s'adheria a les necessitats dels sol·licitants, i vam comprovar que funcionava adequadament.

5.3 Prototip 3

Ens vam adonar que faltaven un grau extra d'abstracció, i vam decidir afegir unes abstraccions més per tal d'augmentar el nostre coneixement abstracte i aconseguir una solució abstracte molt més correcta i concisa, com per exemple abstraure de l'edat si el sol·licitant té necessitats de mobilitat reduïdes i inferir el nombre d'habitacions i lavabos necessaris segons el nombre de sol·licitants. També vam veure que podríem fer altres abstraccions (com per exemple, transformar si vol calefacció, aire condicionat, electrodomèstics i mobles en si vol la casa equipada), però vam concloure que això podria arribar a comprometre la qualitat del nostre sistema.

Un cop realitzat l'estudi i implementat aquestes funcionalitats, vam decidir que aquest seria el nostre prototip final.

6 Experimentació

Per a obtenir les coordenades dels serveis hem decidit emprar dades reals de Barcelona. Per a realitzar-ho, hem implementat un programa en Python que consulta l'API de Google Maps i extreu les coordenades d'una serie de resultats de cerca. Hem obtingut els següents resultats:

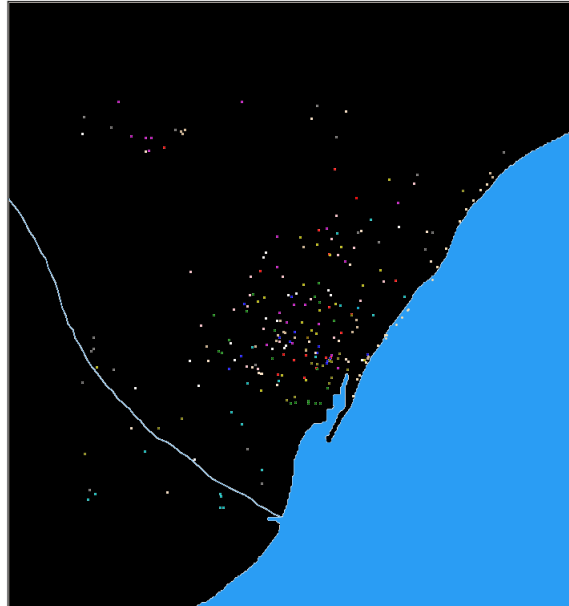


Figura 1: Resultats de Barcelona. Cada punt representa un servei i cada color un tipus de servei.

Per a generar els habitatges hem implementat un programa de Java que genera 100 habitatges de forma aleatòria. Aquests resultats poc probablement seran realistes, però generaran un ventall ampli de cases possibles, la qual cosa permetrà comprovar el bon funcionament del nostre programa.

Per cada prova, existeix un fitxer amb el bolcat de terminal que genera la seva execució per si es vol comprovar els resultats.

6.1 Prova 1

Per la primera prova hem plantejat el següent escenari:

"Un inversor estranger que vol comprar una propietat cara i gran i convertir-la en una galeria pel seu art excèntric. No l'importa que no tingui mobles o electrodomèstics, però voldria que fos a prop de zones culturals i que tingués terrassa".

Hem obtingut els següents resultats positius:

```
Casa [Hab_7] acceptable en 41.4858387767749 2.22119521873118.
Casa [Hab_9] parcialment acceptable en 41.4523582635164 2.10668393150684. Motius:
El servei [Zona_Cultural] es troba a 8128.95831372789 m
Casa [Hab_68] parcialment acceptable en 41.3256307718901 2.06404961927375. Motius:
El servei [Zona_Cultural] es troba a 2834.05899146287 m
Casa [Hab_43] parcialment acceptable en 41.3587090788515 2.09684504257928. Motius:
La casa no te terrassa
Casa [Hab_13] parcialment acceptable en 41.3459337592914 2.14177216263609. Motius:
El servei [Zona_Cultural] es troba a 2689.32355785083 m
Casa [Hab_20] parcialment acceptable en 41.4022589655292 2.0618859875243. Motius:
La casa costa 41000€
El servei [Zona_Cultural] es troba a 5349.88460734534 m
```

Com podem veure, les cases obtingudes semblen complir les necessitats amb pocs inconvenients, i l'habitatge 7:

```
(Hab_7_of_Pis
→ (ascensor FALSE)
→ (atic FALSE)
→ (planta 1)
→ (aire_condicionat TRUE)
→ (amb_mobles FALSE)
→ (any_construccio 1899)
→ (area 296)
→ (balco FALSE)
→ (bones_vistes FALSE)
→ (calefaccio TRUE)
→ (electrodomestics FALSE)
→ (jardi TRUE)
→ (mascotes FALSE)
→ (numero_dormitoris_simples 1)
→ (numero_dormitoris_dobles 2)
→ (numero_lavabos 1)
→ (parquet TRUE)
→ (piscina_comunitaria FALSE)
→ (placa_garatge FALSE)
→ (preu 731000)
→ (solejat "cap")
→ (terrassa TRUE)
→ (ubicacio_x 41.48583877677487)
→ (ubicacio_y 2.2211952187311828)
)
```

Podem veure com aquesta casa sembla estar molt acord amb les necessitats del sol·licitant. Per exemple, el sol·licitant era indiferent amb la piscina però volia parquet.

6.2 Prova 2

Per a la segona prova hem plantejat el següent escenari:

”Una família que necessita una casa barata que pugui allotjar als seus 2 fills. Agrairien que fos a prop d’una escola i a distància mitjana d’una zona verda. No tenen cotxe, i un membre de la família és una persona gran. Treballen al barri de Nou-Barris”.

Per a desenvolupar aquest experiment, hem creat una nova casa, anomenada Hab_Esp, que compleix totes les necessitats de la família i és molt a prop del lloc de treball:

```
(Hab_Especial of Pis
→ (ascensor TRUE)
→ (atic FALSE)
→ (planta 2)
→ (aire_condicionat TRUE)
→ (amb_mobles TRUE)
→ (any_construccio 1982)
→ (area 200)
→ (balco TRUE)
→ (bones_vistes TRUE)
→ (calefaccio TRUE)
→ (electrodomestics TRUE)
→ (jardi FALSE)
→ (mascotes FALSE)
→ (numero_dormitoris_simples 3)
→ (numero_dormitoris_dobles 3)
→ (numero_lavabos 3)
→ (parquet FALSE)
→ (piscina_comunitaria FALSE)
→ (placa_garatge FALSE)
→ (preu 130000)
→ (solejat "mati")
→ (terrassa TRUE)
→ (ubicacio_x 41.4356)
→ (ubicacio_y 2.17074)
)
```


Hem obtingut els següents resultats:

```
Casa [Hab_Especial] recomanable en 41.4356 2.17074. Motius:  
La casa costa 130000€  
La casa està a menys de 775.678201171105m de la feina  
Té bones vistes  
EXTRA: La casa te balco  
EXTRA: La casa te terrassa  
EXTRA: La casa te aire condicionat  
Casa [Hab_24] parcialment acceptable en 41.413276302849 2.19840150911737. Motius:  
La casa està a més de 4111.29354800358m de la feina  
Casa [Hab_11] parcialment acceptable en 41.3936771629645 2.09519874058998. Motius:  
La casa està a més de 8098.49983285461m de la feina  
La casa té 1 dormitoris simples i 0 dobles  
El servei [Escoles] es troba a 1169.475304998 m  
Casa [Hab_34] parcialment acceptable en 41.4446269096386 2.16995739146369. Motius:  
La casa té 1 lavabos  
El servei [Zona_Verda] es troba a 3255.62323747992 m  
La casa no te electrodomestics
```

Com podem veure, la casa que hem creat específicament sembla ser prou recomanable, amb múltiples avantatges. Podem veure com també ens ha ofert altres cases que no són tan recomanables, però que es podrien considerar.

6.3 Prova 3

Per a la tercera prova hem plantejat el següent escenari:

”Un grup d’estudiants universitaris que busquen un pis amb diverses habitacions individuals, no massa car. Volen que estigui a distància mitjana d’oci nocturn, zona cultural i biblioteca. No tenen cotxe.”.

Hem obtingut els següents resultats:

```
Casa [Hab_24] recomanable en 41.413276302849 2.19840150911737. Motius:
La casa costa 141000€
Té bones vistes
EXTRA: La casa te balco
EXTRA: La casa te terrassa
EXTRA: La casa te aire condicionat
EXTRA: La casa te piscina comunitaria
EXTRA: La casa te parquet
Casa [Hab_1] parcialment acceptable en 41.4222784464025 2.19738247976294. Motius:
La casa no te electrodomestics
Casa [Hab_96] parcialment acceptable en 41.4040252069334 2.148177919152. Motius:
La casa costa 425000€
La casa no te electrodomestics
```

Podem veure que els resultats s’ajusten perfectament a les necessitats dels sol·licitants, amb característiques extremes en el primer cas. Si analitzem les cases que el sistema valora com a pitjors:

```
Casa [Hab_7] parcialment acceptable en 41.4858387767749 2.22119521873118. Motius:
La casa costa 731000€
La casa té 1 dormitoris simples i 2 dobles
La casa té 1 lavabos
No està solejat en cap moment
El servei [Biblioteques] es troba a 4481.2685140289 m
El servei [Zona_Cultural] es troba a 4343.4381627809 m
El servei [Zona_Oci_Nocturn] es troba a 4499.82079097609 m
La casa no te mobles
La casa no te electrodomestics
Casa [Hab_98] parcialment acceptable en 41.328129488144 2.17305317936157. Motius:
La casa costa 634000€
La casa té 1 dormitoris simples i 1 dobles
La casa té 1 lavabos
No està solejat en cap moment
El servei [Biblioteques] es troba a 5545.62362360095 m
El servei [Zona_Cultural] es troba a 4768.2456231952 m
El servei [Zona_Oci_Nocturn] es troba a 6662.30353579355 m
La casa no te mobles
La casa no te electrodomestics
Casa [Hab_85] parcialment acceptable en 41.3316507551996 2.11835829943888. Motius:
La casa té 0 dormitoris simples i 2 dobles
La casa té 1 lavabos
No està solejat en cap moment
El servei [Biblioteques] es troba a 5829.33089183684 m
El servei [Zona_Cultural] es troba a 3705.14770445033 m
El servei [Zona_Oci_Nocturn] es troba a 6531.92284931941 m
La casa no te mobles
La casa no te electrodomestics
La casa no te calefaccio
```

Podem veure com aquestes cases no s’ajusten gairebé a les necessitats dels sol·licitants.

6.4 Prova 4

Per a la quarta prova hem plantejat el següent escenari:

”Una persona gran que busca la tranquil·litat, i vol viure lluny d’oci nocturn i llocs emblemàtics juntament amb els seus 10 gats. Vol balcó per mirar el carrer. Vol viure prou a prop d’un supermercat i d’una zona verda”.

Hem obtingut els següents resultats:

```
Casa [Hab_24] recomanable en 41.413276302849 2.19840150911737. Motius:
La casa costa 141000€
Té bones vistes
EXTRA: La casa te terrassa
EXTRA: La casa te electrodomestics
EXTRA: La casa te aire condicionat
EXTRA: La casa te piscina comunitaria
EXTRA: La casa te parquet
Casa [Hab_8] parcialment acceptable en 41.4331132419577 2.18648074841774. Motius:
La casa no te calefaccio
Casa [Hab_60] parcialment acceptable en 41.3615157282472 2.18662161161641. Motius:
La casa costa 602000€
Casa [Hab_0] parcialment acceptable en 41.3755290717128 2.16597694661397. Motius:
No està solejat en cap moment
La casa no te calefaccio
Casa [Hab_1] parcialment acceptable en 41.4222784464025 2.19738247976294. Motius:
El pis no té ascensor i es troba al pis 5
La casa no te balco
```

Podem veure com els habitatges oferts semblen ajustar-se bastant a les peticions de la sol·licitant. Podem veure com un inconvenient de l’Hab_24 és que ja l’hem recomanat prèviament, però donat que no cal tenir en compte recomanacions anteriors, aquest s’adaptaria a les necessitats del sol·licitant.

6.5 Prova 5

Per a la cinquena prova hem plantejat el següent escenari:

”Una jove parella de professionals que volen anar a viure junts a un àtic. Tenen cotxe. Voldrien que estigués lluny de polígons industrials i a prop d’un gimnàs i una zona comercial. Estan valorant tenir fills, així que voldrien que estigués a mitjana distància d’una escola i que tingués una habitació individual. També voldrien una casa moderna amb aire condicionat. Treballen al centre de la ciutat”.

Hem obtingut els següents resultats:

```
Casa [Hab_24] parcialment acceptable en 41.413276302849 2.19840150911737. Motius:
El servei [Zona_comercial] es troba a 1040.86808595001 m
Casa [Hab_5] parcialment acceptable en 41.4117739897149 2.19021966292402. Motius:
No està solejat en cap moment
La casa no te electrodomestics
La casa no te parquet
Casa [Hab_11] parcialment acceptable en 41.3936771629645 2.09519874058998. Motius:
La casa té 1 dormitoris simples i 0 dobles
El servei [Zona_comercial] es troba a 3369.0648283495 m
El servei [Gimnas] es troba a 3815.66871675939 m
Casa [Hab_81] parcialment acceptable en 41.4447676927938 2.25319039372312. Motius:
El servei [Zona_comercial] es troba a 4580.97511204821 m
El servei [Gimnas] es troba a 3975.00425887464 m
La casa no te aire condicionat
Casa [Hab_92] parcialment acceptable en 41.4170035735734 2.21168464458475. Motius:
La casa costa 38000€
La casa no te mobles
La casa no te aire condicionat
Casa [Hab_67] parcialment acceptable en 41.4526474509071 2.20456027795514. Motius:
El servei [Zona_comercial] es troba a 1406.97015932659 m
La casa no te mobles
La casa no te parquet
Casa [Hab_33] parcialment acceptable en 41.4203667718669 2.16888456496148. Motius:
El servei [Zona_comercial] es troba a 1903.39592366306 m
La casa no te mobles
La casa no te parquet
```

Podem veure un cop més que s’ha recomanat la casa 24. Podem veure, però, que en aquest cas no ha trobat cap casa que s’adapti completament a les necessitats del sol·licitant, estant la zona comercial a 40 metres per sobre de la categoria acceptadora.

6.6 Prova 6

Per a la sisena prova hem plantejat el següent escenari:

”Un turista anglès que vol venir a Barcelona a passar l’estiu. Voldria un habitatge a mitjana distància de la platja, d’una zona d’oci nocturn i d’una zona comercial. Voldria que el seu habitatge tingués piscina comunitaria, balcó i que estigués aprop d’un hospital o CAP.”.

En aquest experiment, volíem crear un habitatge ideal, que hem anomenat Hab_Especial que complís totes les condicions. A més, també hem creat els serveis sol·licitats a prop d’Hab_Especial, amb la intenció de crear una casa que sigui més que bona.

Hem obtingut els següents resultats:

```
Casa [Hab_Especial] recomanable en 41.3280968022213 2.26133179104055. Motius:
La casa costa 250000€
És un àtic
Està solejat tot el dia
Té bones vistes
El servei [Zona_comercial] es troba a 0.0 m
El servei [Zona_Oci_Nocturn] es troba a 0.0 m
El servei [Platja] es troba a 0.0 m
EXTRA: La casa te terrassa
EXTRA: La casa te electrodomestics
EXTRA: La casa te aire condicionat
EXTRA: La casa te calefaccio
Casa [Hab_24] parcialment acceptable en 41.413276302849 2.19840150911737. Motius:
El servei [Hospital_o_CAP] es troba a 1797.88179294511 m
Casa [Hab_72] parcialment acceptable en 41.383205148648 2.20883087795542. Motius:
La casa costa 43000€
El servei [Hospital_o_CAP] es troba a 1253.74390620641 m
Casa [Hab_65] parcialment acceptable en 41.4066321920953 2.22500462678427. Motius:
El servei [Hospital_o_CAP] es troba a 3574.89024846176 m
La casa no te mobles
Casa [Hab_0] parcialment acceptable en 41.3755290717128 2.16597694661397. Motius:
No està solejat en cap moment
El servei [Hospital_o_CAP] es troba a 1921.90203001819 m
Casa [Hab_1] parcialment acceptable en 41.4222784464025 2.19738247976294. Motius:
El servei [Hospital_o_CAP] es troba a 2103.54679448782 m
La casa no te balco
La casa no te parquet
```

Podem veure com Hab_Esp no només el recomana sinó que també mostra que té certes característiques que el fan desitjable més enllà de les necessitats del sol·licitant. També cal mencionar, però, que del dataset de cases randomitzat generat, les següents recomanades pateixen en la majoria d’estar lleugerament més lluny dels hospitals, estant per sobre dels 1000 metres de la categoria que l’usuari ha sol·licitat.

7 Conclusions

Les proves que hem realitzat cobreixen un ventall ampli de possibilitats, i, per tant, podem concloure que el nostre sistema funciona adequadament. Després de realitzar aquest treball tenim un coneixement molt més refinat sobre l'aplicabilitat, funcionament i desenvolupament d'Ontologies i SBC. Hem après sobretot la importància de seguir una metodologia establerta en el disseny d'aquests. Finalment, agraïm que pel desenvolupament d'aquest treball s'hagi escollit la temàtica d'un consorci de l'habitatge, donat que això ens ha fet reflexionar sobre les aplicacions reals de la intel·ligència artificial, que addicionalment ens dona l'oportunitat de treballar amb dades reals.