

INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL

Pràctica de Sistemes Basats en el Coneixement

Roger Almató

Òscar Garcia

Farners Vallespí

ÍNDEX

1.	Introducció	3
2.	Identificació	
2.1.	Descripció del problema	4
2.2.	Viabilitat d'utilitzar un SBC	4
2.3.	Identificació de les fonts de coneixement	4
2.4.	Objectius i resultats del problema	5
3.	Conceptualització	
3.1.	Descripció dels conceptes del domini	6
3.2.	Problemes i subproblemes	7
3.3.	Exemples de coneixement expert extrets del domini	7
3.4.	Procés de resolució	8
4.	Formalització	
4.1.	Desenvolupament de la ontologia	10
4.2.	Mètode de resolució	23
5.	Implementació	
5.1.	Ontologia	24
5.2.	Mòduls	24
5.3.	Prototip	24
6.	Jocs de proves	27
7.	Conclusions	31

1. Introducció

Aquesta pràctica consisteix en recomanar un menú personalitzat als usuaris tenint en compte el seu estat de salut, preferències, estil de vida que porten, etc. El menú ha de contenir la planificació dels àpats per a 7 dies (de dilluns a diumenge en el nostre cas per tal de facilitar-ne la llegibilitat), incloent l'esmorzar, el dinar i el sopar.

La pràctica es planteja com a un problema per a ser resolt mitjançant sistemes basats en el coneixement (SBC), que es un sistema basat en regles que disposa de coneixements factuais, relacionals i condicionals sobre els quals es raona per arribar a una solució.

Per a la resolució del problema hem seguit els següents passos, que són els explicats com a metodologia a seguir a les classes de teoria:

1. Identificació del problema: consisteix en decidir si és viable resoldre el problema mitjançant un SBC i determinar la disponibilitat de fonts de coneixement.
2. Conceptualització: Descripció del coneixement del domini i descomposició del problema en subproblemes per tal de facilitar-ne la resolució.
3. Formalització: creació de la ontologia i determinació de la metodologia de resolució més adequada.
4. Implementació: divisió del problema en mòduls i implementació de les regles que permetran dur a terme els raonaments.
5. Testeig: creació i testeig de jocs de proves per tal de comprovar que funcioni tal com s'espera.

A continuació s'explicarà en detall el desenvolupament que hem fet de cadascun dels passos presentats anteriorment.

2. Identificació

2.1 Descripció del problema

Tal com s'ha explicat per sobre abans, aquesta pràctica consisteix en crear un menú per a 7 dies detallant esmorzar, dinar i sopar per a cadascun d'aquests. Els usuaris, en general, són persones d'edat avançada, de més de 65 anys en concret, i per tant caldrà que els menús siguin personalitzats per a cada usuari tenint en compte que poden tenir diverses malalties que apareixen en gent gran, l'estil de vida que porten, les seves preferències en quant a què menjar, etc.

Els menús hauran de seguir uns mínims de sentit comú que qualsevol persona aprecia en la seva dieta: han de ser variats, cal intentar evitar repetir plats principals en un mateix dia, han de permetre indulgències per no desmotivar a l'usuari a seguir les pautes, cal alternar mètodes de cocció i cal repartir les calories a consumir en un dia entre els diversos àpats fent més lleugers els sopars que els dinars.

A més a més els menús plantejats han de buscar mantenir un estat de salut òptim dels usuaris, intentar reduir riscos i han d'intentar alleujar les malalties en quant es pugui i evitar que empitjori la salut dels usuaris.

2.2 Viabilitat d'utilitzar un SBC

Abans de començar analitzem les dades del problema, observant-ne les seves característiques i el que es demana que fem, per tal de determinar la millor manera d'afrontar-lo.

Observant el problema podem veure que disposem de diverses fonts d'informació, ja que se'ns donen pautes que han de seguir els menús i dades sobre com fer front a cada malaltia o situació que pugui aparèixer, i podem fer preguntes als usuaris si cal. A més a més podem veure que el volum de dades de les que disposarem no serà desproporcionat i per tant no hi haurà dificultat amb el tractament d'aquestes. Finalment observem que disposem de restriccions que caldrà imposar i de preferències o recomanacions que caldrà reflexar.

Vist tot això, podem veure fàcilment que disposem de les condicions ideals per poder aplicar sistemes basats en el coneixement, que ens permetran raonar sobre les decisions que es prenguin i poder justificar d'aquesta manera els resultats obtinguts.

2.3 Identificació de les fonts de coneixement

Disposem de dues fonts de coneixement principals per fer front a aquest problema i del sentit comú, que pot ajudar a acabar de perfilar els resultats. Les fonts més importants són:

1. Informació sobre la confecció d'un menú equilibrat i dades sobre els plats disponibles: El SBC disposarà d'una ontologia que contindrà informació rellevant sobre tots els plats que es poden assignar als diferents àpats i disposarà de regles

que imposaran les restriccions a seguir i els raonaments a fer. Aquesta informació la obtindrem a través d'internet i de diferents documents que se'ns han facilitat.

2. Informació de l'usuari: quan s'executi el programa, l'usuari haurà de respondre a unes quantes preguntes dissenyades per tal d'aconseguir la informació necessària per tal d'ajustar el menú a les seves necessitats. Amb aquestes preguntes s'obtindrà l'edat, sexe i nivell d'activitat física de l'usuari, informació sobre intoleràncies, al·lèrgies i malalties que pugui patir l'usuari i que serien rellevants en quant a la confecció del menú, i preferències en quant a quins elements vol evitar consumir l'usuari.

2.4 Objectius i resultats del problema

Els objectius del nostre SBC són, en primera instància, obtenir la informació demanada a l'usuari a través de les preguntes que plantejarà el sistema en quan comenci la execució, i a continuació inferir tota la informació possible de les respostes donades per l'usuari.

Un cop obtinguda i inferida la informació, l'objectiu del SBC serà aplicar les restriccions i les preferències implementades per tal de prioritzar els plats més favorables per l'usuari i poder confeccionar un menú que segueixi els ideals d'un menú estricte i respecti les preferències i les condicions de vida de l'usuari.

Un cop fet tot això el SBC mostrarà per pantalla un menú amb 7 dies, de dilluns a diumenge, i 3 àpats per cada dia, indicant les dades més importants sobre els plats triats, com ara l'aport calòric de cada plat.

3. Conceptualització

3.1 Descripció dels conceptes del domini

Per tal de poder desenvolupar bé el problema, necessitarem tenir la següent informació sobre l'usuari i sobre els plats que es proposen:

- Informació sobre l'usuari:
 - Edat de l'usuari
 - Sexe
 - Nivell d'activitat física promig. Com que a totes les fonts d'informació amb les que comptem es distingeix entre 3 nivells només, nosaltres hem decidit distingir entre poca, normal o molta.
 - Al·lèrgies o intoleràncies que pateixi l'usuari d'entre les més comuns i a les quals podem fer front. Tindrem en compte la llista d'al·lèrgies i intoleràncies les quals podem tractar: al·lèrgia al gluten, als crustacis, als ous, al peix, als cacauets, a la soja, a la llet, als fruits secs, a l'api, a la mostassa i al sèsam i intolerància al gluten, a la lactosa, a la histamina i a la fructosa.
 - Malalties que tingui l'usuari i que requereixin d'una dieta amb certs requeriments. Per fer front a això, igual que en el cas anterior, disposem de les següents malalties d'entre les quals l'usuari podrà informar: diabetis, hipertensió, osteoporosis, hiperúricemia, disfàgia, hiperlipèmia, gota, hipertriglicèridèmia, colesterol alt i cardiopatia isquèmica.
 - Aliments que l'usuari preferiria evitar. Per tal de donar pas a que la gent pugui expressar si són vegans, vegetarians o no mengen algun tipus d'aliments i desitgen minimitzar-ne el consum, necessitarem que l'usuari indiqui si desitja evitar algun dels següents tipus de menjar: carn, embotit, peix, marisc, ous, verdures, hortalisses, fruita, llegums, làctics, pasta o pa.
 - Estació de l'any actual. Per tal de que el sistema pugui escollir els aliments frescos més adequats, necessita saber l'estació de l'any actual.
- Informació sobre els plats:
 - Nom del plat
 - Conjunt d'ingredients dels quals es compon. Això serà molt important de cara a fer front a al·lèrgies i intoleràncies.
 - Colesterol
 - Contingut calòric
 - Fibra

- Greixos monoinsaturats, polisaturats i saturats
- Hidrats de carboni
- Proteïnes
- Sal
- Sucre

En cas de que el plat contingui fruita, també disposa de la disponibilitat segons l'estació de l'any.

3.2 Problemes i subproblemes

Per tal de resoldre el problema demanat, és a dir, donar un menú sencer que satisfaci els requeriments i les preferències de l'usuari, l'hem dividit en diversos subproblemes que es tractaran seqüencialment i que un cop estiguin resolts tots, resoldran el gran.

1. Obtenció de la informació personal de l'usuari. En aquesta fase el sistema haurà de plantejar un seguit de preguntes a l'usuari per tal de poder aconseguir la informació que en l'apartat anterior hem dit que és necessària per tal de confeccionar el menú.
2. Anàlisi de la informació o tractament de les dades i aplicació de les restriccions i preferències que calgui. En aquesta etapa caldrà inferir informació a partir de les dades obtingudes en el subproblema anterior i actuar segons calgui davant d'aquesta nova informació i posteriorment aplicar les restriccions i preferències de les que es disposi per tal de donar més o menys preferència als plats.
3. Confecció del menú. Un cop resolts els subproblemes anteriors disposarem una llista dels plats que aniran millor a l'usuari, així que en aquesta etapa assignarem els millors plats als diferents àpats que es requereixen.
4. Presentació del menú. Un cop determinat el menú es mostrarà a l'usuari el resultat de la resolució del problema (és a dir, què cal menjar a cada àpat cada dia) mostrant també aquelles dades dels plats que puguin semblar més importants.
5. Finalment, l'usuari podrà decidir si vol veure algun o alguns aspectes nutricionals (ja sigui les calories, colesterol, sucres...) del menú per àpat.

3.3 Exemples de coneixement expert extrets del domini

Pensant com resoldriem aquest problema nosaltres, o quins raonaments fariem servir arribem a trobar o extreure les següents conclusions que es serveixen de raonaments o coneixement a aplicar a la resolució del nostre problema.

- Si un usuari té una al·lèrgia no se li pot recomanar cap àpat que contingui l'aliment en qüestió ja que pot comportar conseqüència fatal.

- De manera similar, si un usuari té una intolerància cal evitar també recomanar-li l'àpat que continguin l'aliment esmentat ja que tot i que no tindrà conseqüències tant dolentes com en el cas d'una al·lèrgia, no sabem quines conseqüències pot tenir per l'usuari la seva ingesta.
- Si un usuari indica que preferiria no menjar un cert tipus d'aliments (per exemple en el cas dels vegans, vegetarians, frutarians, etc) cal intentar disminuir les aparicions de plats del tipus indicat ja que això podria fer que l'usuari deixi de seguir el menú ja que no seria del seu agrat.
- Si un usuari pateix una malaltia cal controlar els aliments que se li recomanen per tal que no augmentin els efectes de la malaltia o que es millori el diagnòstic tant com es pugui.
- Cal prioritzar els àpats que facilitin una distribució de la ingesta de les calories a prendre en un dia i que els més calòrics siguin durant el dia i no pas al sopar, que hauria de ser un àpat més lleuger.
- Un menú variat, és a dir sense repetir plat o ingredient principal un mateix dia, despertarà més interès per part de l'usuari fent que sigui més fàcil que segueixi el menú aportat.
- Aportant indulgències de tant en tant l'usuari tindrà una millor actitud respecte el menú.
- La quantitat de calories que hauria d'ingerir una persona depèn de l'edat, el sexe i el nivell d'activitat física de l'usuari.
- No tots els aliments estan disponibles durant tot l'any o són desitjables, així doncs cal evitar recomanar un plat amb un aliment que no es pot aconseguir en la temporada de l'any per la qual es vol la dieta.

3.4 Procés de resolució

Tal com ja s'ha dit anteriorment, només començar es realitzaran un seguit de preguntes a l'usuari, amb les quals obtindrem informació sobre el seu estat, cosa que ens permetrà personificar més el menú i adaptar-nos més a les seves necessitats.

Un cop obtingudes les respostes de l'usuari a les preguntes plantejades, es realitzen raonaments sobre aquestes i els apliquem sobre les nostres dades. Per exemple, si l'usuari ha introduït que té una al·lèrgia a un tipus d'aliment, o una certa malaltia, hem de processar les dades per a reflectir aquesta condició.

Seguidament, s'analitzaran els resultats per presentar a l'usuari els millors.

Observem que si la nostra metodologia per processar plats que volem evitar recau en la eliminació d'aquests del nostre conjunt de dades, es pot donar la situació que no es tingui

suficients per a poder generar un menú setmanal complet. En vista d'això, s'ha optat en implementar un sistema de puntuació de plats, la qual varia entorn a diversos factors i que causa que, tot i que potser alguns plats no son massa adequats, sempre tinguem un menú complet i amb el mínims inconvenients per al usuari.

4. Formalització

4.1 Desenvolupament de la ontologia

En l'apartat anterior hem descrit i explicat tots els conceptes que formen el nostre domini. D'aquesta manera, aquests mateixos conceptes són els utilitzats per desenvolupar la ontologia.

La ontologia haurà de poder representar:

- Per una banda, haurà de representar a l'usuari. Això vol dir que haurà de poder representar totes les seves característiques: edat, sexe, possibles malalties, intoleràncies...
- Per altre banda, haurà de ser capaç de representar un menú. Dins la representació del menú també s'hi inclou la seva estructura, plats, aliments...

Tots aquests paràmetres els examinarem en detall a continuació. Per entendre correctament el desenvolupament de la nostre ontologia, analitzarem detalladament cada classe que la forma per tal d'arribar a l'estructura general definitiva.

Classe DiaSetmana

DiaSetmana			
NomDia	MenuEsmorzar	MenuDinar	MenuSopar

- **NomDia:** Nom del dia de la setmana al qual correspon. És de tipus símbol i requereix un dels valors: Dilluns, Dimarts, Dimecres, Dijous, Divendres, Dissabte o Diumenge.
- **MenuEsmorzar:** Menú de l'esmorzar del dia de la setmana al qual correspon. És de tipus instància i té associat una instància de la classe Esmorzar.
- **MenuDinar:** Menú de dinar del dia de la setmana al qual correspon. És de tipus instància i té associat una instància de la classe Dinar.
- **MenuSopar:** Menú de sopar del dia de la setmana al qual correspon. És de tipus instància i té associat una instància de la classe Sopar.

Classe Ingredients

Ingredients							
Verdura	Proteics	Oli	Làctics	Gra	Fruita	Begudes	Altres

- **Verdura:** Subclasse de la classe Ingredients. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Proteics:** Subclasse de la classe Ingredients. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Oli:** Subclasse de la classe Ingredients. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Làctics:** Subclasse de la classe Ingredients. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Gra:** Subclasse de la classe Ingredients. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Fruita:** Subclasse de la classe Ingredients. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Begudes:** Subclasse de la classe Ingredients. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Altres:** Subclasse de la classe Ingredients. Necessita del nom de l'ingredient.

Classe Verdura

Verdura				
Llegums	Mido	Verd Fosc	Vermell/Taronja	Altres

Hem descompost la verdura en els tipus següents:

- **Llegums:** Subclasse de la classe Verdura. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Mido:** Subclasse de la classe Verdura. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Verd Fosc:** Subclasse de la classe Verdura. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Vermell / Taronja:** Subclasse de la classe Verdura. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Altres:** Subclasse de la classe Verdura. Necessita del nom de l'ingredient.

Classe Proteics

Proteics					
Carn	Embotit	Marisc	Ous	Peix	Soja/Fruits Secs

Hem descompost els ingredients proteics en els tipus següents:

- **Carn:** Subclasse de la classe Proteics. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Embotit:** Subclasse de la classe Proteics. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Marisc:** Subclasse de la classe Proteics. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Ous:** Subclasse de la classe Proteics. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Peix:** Subclasse de la classe Proteics. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Soja / Fruits Secs:** Subclasse de la classe Proteics. Necessita del nom de l'ingredient.

Classe Gra

Gra	
Refinat	Sencer

Hem descompost el gra en les subclasses següents:

- **Refinat:** Subclasse de la classe Gra. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Sencer:** Subclasse de la classe Gra. Necessita del nom de l'ingredient.

Classe Refinat

Refinat	
Pa	Pasta

Hem descompost el Refinat en les subclasses següents:

- **Pa:** Subclasse de la classe Refinat. Necessita del nom de l'ingredient.
- **Pasta:** Subclasse de la classe Refinat. Necessita del nom de l'ingredient.

Classe Menú

Menu		
Esmorzar	Dinar	Sopar

La classe menú consta de tres subclasses:

- **Esmorzar:** La classe Esmorzar és una subclasse de la classe Menú. És de tipus concret i necessita:
 - a. CerealMenu: Instància de la classe Cereal.
 - b. FruitaMenu: Instància de la classe Fruites.
 - c. LacticMenu: Instància de la classe Làctic.
- **Dinar:** La classe Dinar és una subclasse de la classe Menú. És de tipus concret i necessita:
 - a. PrimerPlatMenu: Instància de la classe PrimerPlat.
 - b. SegonPlatMenu: Instància de la classe SegonPlat.
 - c. GuarnicioMenu: Instància de la classe Guarnicio.
 - d. PostreMenu: Instància de la classe Postre.
- **Sopar:** La classe Sopar és una subclasse de la classe Menú. És de tipus concret i necessita:
 - PrimerPlatMenu: Instància de la classe PrimerPlat.

- SegonPlatMenu: Instància de la classe SegonPlat.
- GuarnicioMenu: Instància de la classe Guarnicio.
- PostreMenu: Instància de la classe Postre.

Classe Plats

Plats						
Cereal	Fruites	Guarnicio	Lactic	Postre	PrimerPlat	SegonPlat

- **Cereal**: La classe Cereal és una de les subclasses de la classe Plats. És de tipus concret i necessita els següents paràmetres:
 - Colesterol: Float que ens indica el colesterol del Plat del tipus Cereal.
 - ContingutCaloric: Float que ens indica les calories de Plat del tipus Cereal.
 - Fibra: Float que ens indica la quantitat de fibra del Plat de tipus Cereal.
 - GreixosMonoinsaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos monoinsaturats del Plat de tipus Cereal.
 - GreixosPolisaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos poliinsaturats del Plat de tipus Cereal.
 - GreixosSaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos saturats del Plat de tipus Cereal.
 - HidratsDeCarboni: Float que ens indica la quantitat d'hidrats de carboni del Plat de tipus Cereal.
 - IngredientsPlat: Paràmetre amb cardinalitat multiple de tipus Ingredients. D'aquesta manera podem definir els ingredients que porta cada plat en concret.
 - NomPlat: String que ens indica el nom del Plat de tipus Cereal.
 - Proteïnes: Float que ens indica la quantitat de proteïnes del Plat de tipus Cereal.

- k. Puntuació: Integer que ens indica la puntuació del Plat. Aquest paràmetre és utilitzat pel nostre sistema per tal de poder realitzar el tractament dels plats i triar el millor per les preferències i necessitats de l'usuari.
 - l. Raonament: String que ens indica els motius de la puntuació del Plat en referent a l'usuari.
 - m. Sal: Float que ens indica la quantitat de sal del Plat de tipus Cereal.
 - n. Sucres: Float que ens indica la quantitat de sucre del Plat de tipus Cereal.
- **Fruites**: La classe Fruites és una altre de les subclasses de la classe Plats. És de tipus concret i necessita els següents paràmetres:
- a. Colesterol: Float que ens indica el colesterol del Plat del tipus Fruites.
 - b. ContingutCaloric: Float que ens indica les calories de Plat del tipus Fruites.
 - c. Fibra: Float que ens indica la quantitat de fibra del Plat de tipus Fruites.
 - d. GreixosMonoinsaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos monoinsaturats del Plat de tipus Fruites.
 - e. GreixosPolisaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos poliinsaturats del Plat de tipus Fruites.
 - f. GreixosSaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos saturats del Plat de tipus Fruites.
 - g. HidratsDeCarboni: Float que ens indica la quantitat d'hidrats de carboni del Plat de tipus Fruites.
 - h. IngredientsPlat: Paràmetre amb cardinalitat multiple de tipus Ingredients. D'aquesta manera podem definir els ingredients que porta cada plat en concret.
 - i. NomPlat: String que ens indica el nom del Plat de tipus Fruites.
 - j. Proteïnes: Float que ens indica la quantitat de proteïnes del Plat de tipus Fruites.
 - k. Puntuació: Integer que ens indica la puntuació del Plat. Aquest paràmetre és utilitzat pel nostre sistema per tal de poder realitzar el tractament dels plats i triar el millor per les preferències i necessitats de l'usuari.
 - l. Raonament: String que ens indica els motius de la puntuació del Plat en referent a l'usuari.
 - m. Sal: Float que ens indica la quantitat de sal del Plat de tipus Fruites.
 - n. Sucres: Float que ens indica la quantitat de sucre del Plat de tipus Fruites.

- o. DisponibleEstiu: Booleà que ens indica si la fruita es troba disponible a l'estiu.
 - p. DisponibleHivern: Booleà que ens indica si la fruita es troba disponible a l'hivern.
 - q. DisponiblePrimavera: Booleà que ens indica si la fruita es troba disponible a la primavera.
 - r. DisponibleTardor: Booleà que ens indica si la fruita es troba disponible a la tardor.
- **Guarnició**: La classe Guarnició és una altre de les subclasses de la classe Plats. És de tipus concret i necessita els següents paràmetres:
- a. Colesterol: Float que ens indica el colesterol del Plat del tipus Guarnició.
 - b. ContingutCaloric: Float que ens indica les calories de Plat del tipus Guarnició.
 - c. Fibra: Float que ens indica la quantitat de fibra del Plat de tipus Guarnició.
 - d. GreixosMonoinsaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos monoinsaturats del Plat de tipus Guarnició.
 - e. GreixosPolisaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos poliinsaturats del Plat de tipus Guarnició.
 - f. GreixosSaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos saturats del Plat de tipus Guarnició.
 - g. HidratsDeCarboni: Float que ens indica la quantitat d'hidrats de carboni del Plat de tipus Guarnició.
 - h. IngredientsPlat: Paràmetre amb cardinalitat multiple de tipus Ingredients. D'aquesta manera podem definir els ingredients que porta cada plat en concret.
 - i. NomPlat: String que ens indica el nom del Plat de tipus Guarnició.
 - j. Proteïnes: Float que ens indica la quantitat de proteïnes del Plat de tipus Guarnicio.
 - k. Puntuació: Integer que ens indica la puntuació del Plat. Aquest paràmetre és utilitzat pel nostre sistema per tal de poder realitzar el tractament dels plats i triar el millor per les preferències i necessitats de l'usuari.
 - l. Raonament: String que ens indica els motius de la puntuació del Plat en referent a l'usuari.
 - m. Sal: Float que ens indica la quantitat de sal del Plat de tipus Guarnició.
 - n. Sucres: Float que ens indica la quantitat de sucre del Plat de tipus Guarnició.

- **Lactic:** La classe Lactic és una altre de les subclasses de la classe Plats. És de tipus concret i necessita els següents paràmetres:
 - a. Colesterol: Float que ens indica el colesterol del Plat del tipus Lactic.
 - b. ContingutCaloric: Float que ens indica les calories de Plat del tipus Lactic.
 - c. Fibra: Float que ens indica la quantitat de fibra del Plat de tipus Lactic.
 - d. GreixosMonoinsaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos monoinsaturats del Plat de tipus Lactic.
 - e. GreixosPolisaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos poliinsaturats del Plat de tipus Lactic.
 - f. GreixosSaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos saturats del Plat de tipus Lactic.
 - g. HidratsDeCarboni: Float que ens indica la quantitat d'hidrats de carboni del Plat de tipus Lactic.
 - h. IngredientsPlat: Paràmetre amb cardinalitat multiple de tipus Ingredients. D'aquesta manera podem definir els ingredients que porta cada plat en concret.
 - i. NomPlat: String que ens indica el nom del Plat de tipus Lactic.
 - j. Proteïnes: Float que ens indica la quantitat de proteïnes del Plat de tipus Lactic.
 - k. Puntuació: Integer que ens indica la puntuació del Plat. Aquest paràmetre és utilitzat pel nostre sistema per tal de poder realitzar el tractament dels plats i triar el millor per les preferències i necessitats de l'usuari.
 - l. Raonament: String que ens indica els motius de la puntuació del Plat en referent a l'usuari.
 - m. Sal: Float que ens indica la quantitat de sal del Plat de tipus Lactic.
 - n. Sucres: Float que ens indica la quantitat de sucre del Plat de tipus Lactic.
- **Postre:** La classe Postre és una de les subclasses de la classe Plats. És de tipus concret i necessita els següents paràmetres:
 - a. Colesterol: Float que ens indica el colesterol del Plat del tipus Postre.
 - b. ContingutCaloric: Float que ens indica les calories de Plat del tipus Postre.
 - c. Fibra: Float que ens indica la quantitat de fibra del Plat de tipus Postre.

- d. GreixosMonoinsaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos monoinsaturats del Plat de tipus Postre.
- e. GreixosPolisaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos poliinsaturats del Plat de tipus Postre.
- f. GreixosSaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos saturats del Plat de tipus Postre.
- g. HidratsDeCarboni: Float que ens indica la quantitat d'hidrats de carboni del Plat de tipus Postre.
- h. IngredientsPlat: Paràmetre amb cardinalitat multiple de tipus Ingredients. D'aquesta manera podem definir els ingredients que porta cada plat en concret.
- i. NomPlat: String que ens indica el nom del Plat de tipus Postre.
- j. Proteïnes: Float que ens indica la quantitat de proteïnes del Plat de tipus Postre.
- k. Puntuació: Integer que ens indica la puntuació del Plat. Aquest paràmetre és utilitzat pel nostre sistema per tal de poder realitzar el tractament dels plats i triar el millor per les preferències i necessitats de l'usuari.
- l. Raonament: String que ens indica els motius de la puntuació del Plat en referent a l'usuari.
- m. Sal: Float que ens indica la quantitat de sal del Plat de tipus Postre.
- n. Sucres: Float que ens indica la quantitat de sucre del Plat de tipus Postre.
- **PrimerPlat**: La classe PrimerPlat és una de les subclasses de la classe Plats. És de tipus concret i necessita els següents paràmetres:
 - a. Colesterol: Float que ens indica el colesterol del Plat del tipus PrimerPlat.
 - b. ContingutCaloric: Float que ens indica les calories de Plat del tipus PrimerPlat.
 - c. Fibra: Float que ens indica la quantitat de fibra del Plat de tipus PrimerPlat.
 - d. GreixosMonoinsaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos monoinsaturats del Plat de tipus PrimerPlat.
 - e. GreixosPolisaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos poliinsaturats del Plat de tipus PrimerPlat.
 - f. GreixosSaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos saturats del Plat de tipus PrimerPlat.

- g. HidratsDeCarboni: Float que ens indica la quantitat d'hidrats de carboni del Plat de tipus PrimerPlat.
- h. IngredientsPlat: Paràmetre amb cardinalitat multiple de tipus Ingredients. D'aquesta manera podem definir els ingredients que porta cada plat en concret.
- i. NomPlat: String que ens indica el nom del Plat de tipus PrimerPlat.
- j. Proteïnes: Float que ens indica la quantitat de proteïnes del Plat de tipus PrimerPlat.
- k. Puntuació: Integer que ens indica la puntuació del Plat. Aquest paràmetre és utilitzat pel nostre sistema per tal de poder realitzar el tractament dels plats i triar el millor per les preferències i necessitats de l'usuari.
- l. Raonament: String que ens indica els motius de la puntuació del Plat en referent a l'usuari.
- m. Sal: Float que ens indica la quantitat de sal del Plat de tipus PrimerPlat.
- n. Sucres: Float que ens indica la quantitat de sucre del Plat de tipus PrimerPlat.
- **SegonPlat**: La classe SegonPlat és una de les subclasses de la classe Plats. És de tipus concret i necessita els següents paràmetres:
 - a. Colesterol: Float que ens indica el colesterol del Plat del tipus SegonPlat.
 - b. ContingutCaloric: Float que ens indica les calories de Plat del tipus SegonPlat.
 - c. Fibra: Float que ens indica la quantitat de fibra del Plat de tipus SegonPlat.
 - d. GreixosMonoinsaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos monoinsaturats del Plat de tipus SegonPlat.
 - e. GreixosPolisaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos poliinsaturats del Plat de tipus SegonPlat.
 - f. GreixosSaturats: Float que ens indica la quantitat de greixos saturats del Plat de tipus SegonPlat.
 - g. HidratsDeCarboni: Float que ens indica la quantitat d'hidrats de carboni del Plat de tipus SegonPlat.
 - h. IngredientsPlat: Paràmetre amb cardinalitat multiple de tipus Ingredients. D'aquesta manera podem definir els ingredients que porta cada plat en concret.
 - i. NomPlat: String que ens indica el nom del Plat de tipus SegonPlat.

- j. Proteïnes: Float que ens indica la quantitat de proteïnes del Plat de tipus SegonPlat.
- k. Puntuació: Integer que ens indica la puntuació del Plat. Aquest paràmetre és utilitzat pel nostre sistema per tal de poder realitzar el tractament dels plats i triar el millor per les preferències i necessitats de l'usuari.
- l. Raonament: String que ens indica els motius de la puntuació del Plat en referent a l'usuari.
- m. Sal: Float que ens indica la quantitat de sal del Plat de tipus SegonPlat.
- n. Sucres: Float que ens indica la quantitat de sucre del Plat de tipus SegonPlat.

Classe Usuari

Representa tota la informació que el sistema necessita de l'usuari per tal de poder generar un menú acord amb les seves necessitats i sol·licituds.

Usuari						
ActivitatFisica	Edat	EstacioAnyUsuari	MalaltiaUsuari	MenuDia	RestriccioAlimenticiaUsuari	Sexe

La classe usuari té les sub-classes següents:

- **ActivitatFisica**: és un símbol que representa la quantitat d'activitat que l'usuari realitza. Accepta els valors següents:
 - Poca
 - Molta
 - Normal
- **Edat**: Representa l'edat de l'usuari. És un enter.
- **EstacioAnyUsuari**: Representa l'estació de l'any actual o l'estació de l'any per la qual l'usuari vol generar el menú.
- **MalaltiaUsuari**: Representa totes les malalties, si és que alguna, que l'usuari pateix.
- **MenuDia**: Representa el menú de l'usuari. És una instància de DiaSetmana(explicat anteriorment). Té cardinalitat multiple, ja que necessita de set instàncies de DiaSetmana.

Un cop realitzat l'anàlisi detallat de la ontologia, al ajuntar-ho obtenim la configuració:



4.2 Mètode de resolució

Primer de tot, es faran una serie de preguntes a l'usuari. D'aquesta manera el sistema tindrà coneixement sobre les malalties, intoleràncies, al·lèrgies, edat, sexe, activitat física i preferències alimentàries de l'usuari. Amb aquesta informació podrem escollir realment un menú amb els plats i ingredients que millor s'adaptin a les necessitats de l'usuari.

Tal com hem explicat en el desenvolupament de l'ontologia de l'apartat 4.1, cada plat té associat una puntuació. Aquesta podrà ser positiva o negativa. Per tal d'escollir els millors plats assignarem una puntuació en funció de les característiques i preferències que l'usuari ha entrat prèviament al sistema.

A continuació, s'escolleixen els plats dels esmorzars, i els postres del dinar i el sopar segons la millor puntuació, i la resta de plats s'escolliran amb més cura per apropar-nos a la quantitat de calories recomanades per a l'usuari.

Cal remarcar que la puntuació pot ser positiva o negativa. Quan una puntuació és negativa el sistema ja no té en compte el plat amb aquesta puntuació alhora d'escollir el menú. Aquest mètode ens permet descartar els plats i ingredients que l'usuari no toleri o no desitgi, o en cas d'alguns ingredients com la fruita, no estiguin disponibles en l'estació de l'any per la qual s'està generant el menú.

Les puntuacions s'explicaran en el mòdul del següent apartat, ja que cada puntuació és diferent segons si es tracta del mòdul de malalties, al·lèrgies, preferències alimentàries...

Com a últim es mostrarà per pantalla el menú escollit, i l'usuari si ho desitja, podrà consultar informació nutricional (calories, greixos...) de cada àpat del menú.

5. Implementació

5.1 Ontologia

Pel disseny i generació de les instàncies de la ontologia, hem utilitzat el software Protégé. Aquest programari ens ha permès manejar amb facilitat les instàncies per després, poder-les exportar cap a clips.

Protégé ens ha permès d'una manera interactiva i visual desenvolupar la nostre ontologia. D'aquesta manera hem creat les classes principals les quals hem definit amb subclasses i atributs. Protegé també ens ha ajudat a definir les característiques dels atributs i establir les relacions entre les diferents instàncies de classes i subclasses.

5.2 Mòduls

Per tal de facilitar la resolució del problema, hem dividit el nostre program en diferents mòduls ben diferenciats. Si entrem més en detall, podem observar com cada mòdul ens resol un subproblema diferent, per tal de resoldre el problema total quan tots són executats pel sistema. Els mòduls són els següents:

- **Mòdul de preguntes:** Conté totes les regles relacionades amb la lectura de dades.
- **Mòdul de inferència de dades:** Processa les dades obtingudes en el mòdul anterior per tal d'atorgar puntuacions als plats segons convingui.
- **Mòdul de recomanacions:** Assigna els plats als diferents àpats tenint en compte les puntuacions i els objectius calòrics segons l'usuari.

5.3 Prototip

El nostre projecte s'ha basat des del principi en una ontologia clara i ben dissenyada, tal com s'ha explicat en els apartats anteriors. Un cop familiaritzats amb CLIPS i el seu funcionament, hem dividit el problema en diferents subproblemes, on cadascun d'ells és tractat per un mòdul diferent.

Com a fet a remarcar, vam haver de realitzar alguna modificació a la ontologia inicial per tal d'afegir "slots" en algunes classes per guardar informació que el sistema anava obtenint en l'execució de les regles. Això ens va passar per exemple quan vam decidir que els plats els valorariem segons una puntuació, fet que va fer que haguessim d'afegir un "slot" per guardar la puntuació dels plats i un altre per l'explicació de la puntuació.

Les regles que hem creat i que el sistema utilitza són les següents:

- **CreaUsuari:** Regla dins del mòdul de preguntes. Mitjançant les preguntes que es realitzen per pantalla a l'usuari, s'obté la informació necessària per la generació del menú.
- **ProcessarMalaltia:** Regla dins del mòdul de inferència de dades. Es tracten totes les malalties, si es que alguna, que l'usuari ha entrat al sistema en el mòdul anterior. Per cada malaltia, hem realitzat una recerca sobre quins aliments i factors

nutricionals s'han de potenciar o reduir, i així, podem ajustar la puntuació de cada plat tenint en compte aquests factors. Llistat de malalties:

- Colesterol
 - Diabetis
 - Osteoporosis
 - Disfagia
 - Hiperlipemia
 - Hiperuricemia
 - Hipertrigliceridemia
 - Hipertensió
 - Gota
 - Cardiopatia isquèmica
-
- **ProcessarFruita:** Regla dins del mòdul de inferència de dades. Es tracten tots els plats que contenen fruita, per tal de comprovar la seva disponibilitat durant l'estació de l'any actual.
 - **ProcessarAlergiaIntolerancia:** Regla dins del mòdul de inferència de dades. Es tracten totes les al·lèrgies i intoleràncies, si es que alguna, que l'usuari ha entrat al sistema en el mòdul anterior. Per tots els aliments que l'usuari és al·lèrgic o no tolera correctament, se suprimeixen tots els plats que contenen aquest aliments (puntuació molt negativa). Llistat d'al·lèrgies i intoleràncies:
 - Al·lèrgia al gluten
 - Al·lèrgia als crustacis
 - Al·lèrgia als ous
 - Al·lèrgia al peix
 - Al·lèrgia als cacauets
 - Al·lèrgia a la soja
 - Al·lèrgia a la llet
 - Al·lèrgia als fruits secs
 - Al·lèrgia a l'api
 - Al·lèrgia a la mostassa

- Al·lèrgia al sèsam
 - Intolerància al gluten
 - Intolerància a la lactosa
 - Intolerància a la histamina
 - Intolerància a la fructosa
- **ProcessarNoMagrada:** Regla dins del mòdul de inferència de dades. Es tracten tots els aliments que no li agraden a l'usuari. En aquest cas, a diferència del processat d'al·lèrgies i intoleràncies, no se suprimeixen els plats que contenen els aliments que l'usuari no li agraden. Posem com exemple que l'usuari té una malaltia que es recomana una alta quantitat de verdura a la dieta, per més que l'usuari no li agradi la verdura, en el menú hi apareixerà una certa quantitat de verdura ja que per la malaltia és necessària.
 - **TriarPlats:** Regla dins del mòdul de recomanacions. Es genera el menú a partir dels plats amb millor puntuació segons les necessitats i gustos de l'usuari. L'algorisme consisteix en un bucle que itera per els plats amb puntuació positiva (plats amb puntuació negativa queden exclosos) que agafa els plats millor puntuats. Un cop generat el menú, aquest s'imprimeix per pantalla.

L'algorisme consisteix en assignar els plats dels esmorzars i els postres del dinar i el sopar iterativament, seleccionant els plats amb millor puntuació, i excloent els que tenen puntuació negativa per sota d'un límit. A cada plat assignat actualitzem les calories setmanals que portem assignades fins al moment. El pas final consta en balancejar les calories setmanals totals entre els 7 dies, escollint els primers i segons plats i les guarnicions dels dinars i els sopars i quedant-nos amb els que millor apropin la quantitat de calories a l'objectiu.

Un cop generat aquest menú, s'imprimeix per pantalla, per cada dia i àpat del dia, els plats assignats i les calories que aporten.

6. Jocs de proves

1. Diabetis

El primer joc de proves el realitzem sobre un usuari amb les característiques següents:

- 70 anys
- Home
- Activitat física normal
- Problemes amb el colesterol
- Sense al·lèrgies/intoleràncies

Si generem un menú sense tenir en compte els problemes de colesterol, obtenim uns àpats amb els resultats d'a continuació:

Colesterol del menú

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
Esmorzar	0.0	0.0123	0.015	0.0319	0.024	0.122	0.0319
Dinar	0.079	0.468	0.136	0.257	0.0	0.246	0.224
Sopar	0.02	0.168	0.054	0.226	0.205	0.151	0.232
Total	0.099	0.6483	0.205	0.5149	0.229	0.519	0.4879
(mg)							

Total setmanal: 2.7022 mg

Per altre banda, si en la generació del menú el sistema sí que té en compte els problemes de colesterol de l'usuari, els resultats varien de la manera següent:

Colesterol del menú

	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres	Dissabte	Diumenge
Esmorzar	0.0	0.0	0.0123	0.015	0.0319	0.024	0.122
Dinar	0.079	0.199	0.136	0.257	0.24	0.275	0.224
Sopar	0.078	0.185	0.238	0.205	0.138	0.137	0.0025
Total	0.157	0.384	0.3863	0.477	0.4099	0.436	0.3485
(mg)							

Total setmanal: 2.5987 mg

Com podem observar, el colesterol total setmanal es veu reduït com a conseqüència, però tampoc obtenim resultats massa dràstics. Això és degut a una possible manca de varietat en els plats dels que disposem.

Tot i així, observem que funciona correctament el nostre sistema basant-se en escollir els plats que millor s'adapten a les malalties que presenta l'usuari.

2. Al·lèrgia al peix

En aquest joc de proves volem verificar que el sistema genera un menú sense els aliments dels quals l'usuari és al·lèrgic. En concret, realitzarem un test pel cas concret en el que l'usuari és al·lèrgic al peix. Podem observar com el resultat de l'execució és un menú sense peix:

----- Menu personalitzat per l'usuari-----

Menu del dilluns :

* Esmorzar:

- Galetes integrals (113.0 kCal)
- Suc de pressec (134.0 kCal)
- Formatge de tofu (340.0 kCal)

* Dinar:

- Arros blanc (365.0 kCal)
- Quesadilla de pollastre (529.0 kCal)
- Patates fregides (155.0 kCal)
- Pastis de poma (331.0 kCal)

* Sopar:

- Patat bullida (87.0 kCal)
- Pollastre estofat (285.0 kCal)
- Mongetes verdes (31.0 kCal)
- Tiramisù (258.0 kCal)

Menu del dimarts :

* Esmorzar:

- Galetes integrals (113.0 kCal)
- Suc de pinya (125.0 kCal)
- Iogurt de maduixa (243.0 kCal)

* Dinar:

- Fideua (354.0 kCal)
- Pop a la Gallega (356.0 kCal)
- Menestra de verdures (87.0 kCal)
- Pa de pessic (187.0 kCal)

* Sopar:

- Macarrons amb tomaquet (176.0 kCal)
- Truita a la francesa (104.0 kCal)
- Espinacs cuinats (23.0 kCal)
- Llogurt (149.0 kCal)

Menu del dimecres :

* Esmorzar:

- Galetes integrals (113.0 kCal)
- Suc de taronja (112.0 kCal)
- Iogurt de xocolata (168.0 kCal)

* Dinar:

- Espaguetis amb mandinguielles (379.0 kCal)
- Quesadilla de pollastre (529.0 kCal)
- Patates fregides (155.0 kCal)
- Natilla (139.0 kCal)

* Sopar:

- Pure de patata amb llet (113.0 kCal)
- Ou fregit (181.0 kCal)
- Amanida cesar (68.0 kCal)
- Caf  amb llet (135.0 kCal)

Menu del dijous :

* Esmorzar:

- Galetes integrals (113.0 kCal)
- Pera (101.0 kCal)
- Iogurt natural (149.0 kCal)

* Dinar:

- Canelons de carn (370.0 kCal)
- Sandwich de pollastre (515.0 kCal)
- Carbasso arrebosat (115.0 kCal)
- Suc de pressec (134.0 kCal)

* Sopar:

- Raviolis de formatge (285.0 kCal)
- Truita d'espínacs (123.0 kCal)

- Amanida quatre estacions (19.0 kCal)
- Suc de pinya (125.0 kCal)

Menu del divendres :

* Esmorzar:

- Galetes integrals (113.0 kCal)
- Poma (95.0 kCal)
- Got de llet sencera (134.0 kCal)

* Dinar:

- Arros blanc (365.0 kCal)
- Bistec (514.0 kCal)
- Rollitos de primavera (126.0 kCal)
- Flam d'ou (114.0 kCal)

* Sopar:

- Raviolis de carn (99.0 kCal)
- Xuleta de porc (144.0 kCal)
- Mongetes verdes (31.0 kCal)
- Suc de taronja (112.0 kCal)

Menu del dissabte :

* Esmorzar:

- Galetes integrals (113.0 kCal)
- Taronja (86.0 kCal)
- Got de llet desnatada (102.0 kCal)

* Dinar:

- Canelons de carn (370.0 kCal)
- Sandwich de pollastre (515.0 kCal)
- Carbasso arrebosat (115.0 kCal)
- Pera (101.0 kCal)

* Sopar:

- Paella mixta (147.0 kCal)
- Cranc cuinat (87.0 kCal)
- Saltejat de pastanaga i pesols (53.0 kCal)
- Poma (95.0 kCal)

Menu del diumenge :

* Esmorzar:

- Galetes integrals (113.0 kCal)
- Sindria (86.0 kCal)
- Formatge gouda (100.0 kCal)

* Dinar:

- Espaguetis amb mandinguilles (379.0 kCal)
- Bistec (514.0 kCal)
- Rollitos de primavera (126.0 kCal)
- Taronja (86.0 kCal)

* Sopar:

- Llenties (226.0 kCal)
- Secret iberic (225.0 kCal)
- Xampinyons saltejats (29.0 kCal)
- Sindria (86.0 kCal)

Podem dir que el sistema té el funcionament desitjat quan l'usuari té alguna al·lèrgia o intolerància i es tenen que eliminar una sèrie d'aliments del menú.

7. Conclusions

El nostre SBC compleix els objectius imposats, tanmateix, amb més temps el programa podria haver estat refinat i podríem haver explotat el potencial de clips d'evaluar la part esquerra de les regles.

Tenim en compte totes les dades entrades i traiem el millor resultat possible combinant totes les restriccions i preferències que apareixen en processar les dades.

No hem trobat una manera d'importar grans quantitats de dades fàcilment, la qual cosa ha causat una mancança en la varietat de plats, impedit-nos obtenir resultats més adequats.