



RAONAMENT BASAT EN L'EXPERIÈNCIA

RAONAMENT BASAT EN CASOS

(SBC-CBR Part I – Fonaments del CBR & Demostradors Acadèmics)

Miquel Sànchez-Marrè

Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Centre (IDEAI-UPC)

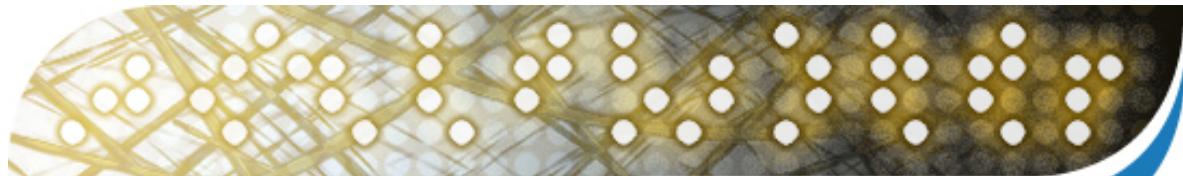
Knowledge Engineering and Machine Learning Group (KEMLG-UPC)

Computer Science Dept.
Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech

miquel@cs.upc.edu
<http://www.cs.upc.edu/~miquel>

Curs 2023/2024

<https://kemlg.upc.edu>



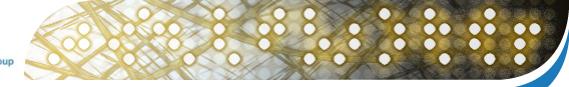


Part I – Fonaments del CBR & Demostradors Acadèmics



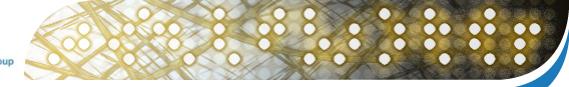
Continguts (1)

- Fonaments del CBR
 - Teories cognitives de suport de CBR
 - Cicle Bàsic de Raonament
- Exemples i demostradors acadèmics
- Components d'un sistema de CBR
- Aplicacions del CBR
 - WWTP Supervision and Management: un domini comple del món real
 - OPENCASE: Un sistema CBR independent del domini
- Dificultats en el desenvolupament de sistemes CBR
 - Criteris de rendiment
 - ◆ Competència
 - ◆ Eficiència Espacial
 - ◆ Eficiència Temporal



Continguts (2)

- Raonament Reflexiu en CBR
 - Manteniment de la base de casos
- Aplicacions de CBR i eines de desenvolupament
 - Aplicacions Industrials
 - Eines de software
- Evaluació de sistemes CBR
- Temes avançats de recerca
 - CBR Temporal
 - CBR Espacial
 - Sistemes CBR Híbrids
 - El CBR com a eina de Recomanació
- Conclusions
- Referències



Fonaments del CBR



Què és el CBR? (1)

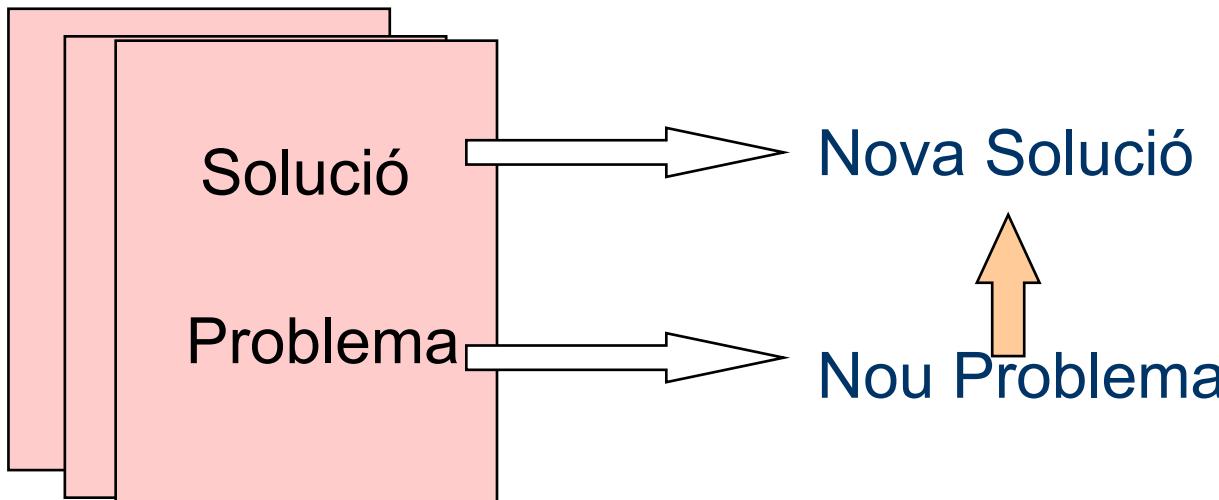
- Una definició:

“.... transferring knowledge **from past problem solving episodes** to **new problems that share significant aspects with corresponding past experience** and using the transferred knowledge to construct solutions to new problems.”

[Carbonell, 1986]

Què és el CBR? (2)

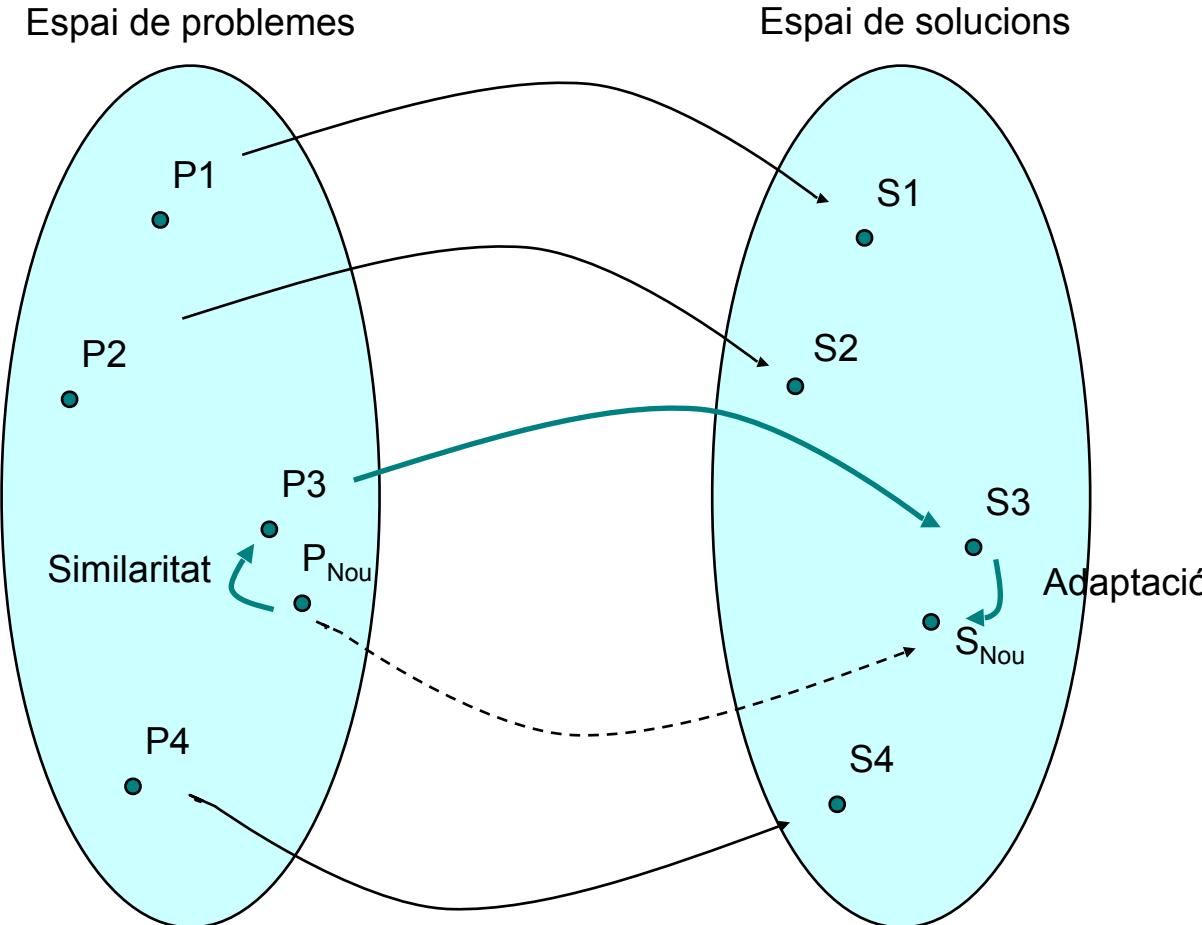
- **CBR:** Una metodologia per resoldre nous problemes adaptant les solucions de problemes similars anteriors



- Utilitza **casos** com a *memòria episòdica* (Case Library).

Què és el CBR? (3)

- "Problemes similars tenen solucions semblants"

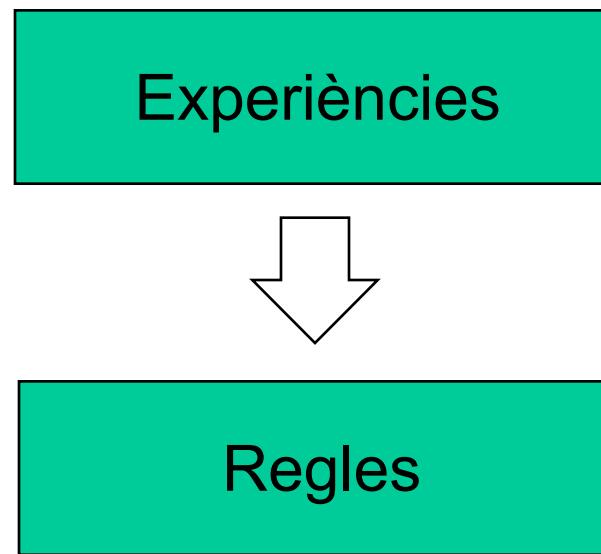




CBR vs RBR? (1)

- Quina és la motivació del CBR?

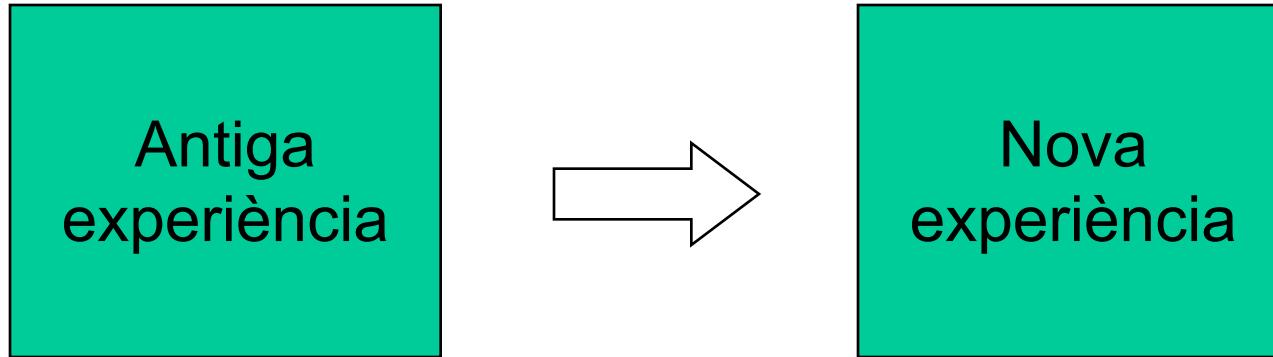
- **Problema:** la majoria de les vegades el problema per construir sistemes de raonament basat en regles prové d'intentar **encaixar l'experiència a les regles.**



- En general, per a una persona experta en un domini és difícil fer **l'abstracció** necessària per crear regles genèriques a partir d'episodis passats específics.

CBR vs RBR (2)

- La solució del CBR
 - utilitzar directament l'experiència (episodis passats) en el raonament (raonar per analogia).
 - No cal traducció (ni abstracció).





Antecedents del CBR

- Fonaments del CBR
 - El nostre coneixement general sobre situacions s'enregistra com a guions (*scripts*) [Schank & Abelson, 1977]
 - El model cognitiu és la **Teoria de la Memòria Dinàmica**[Schank, 1982]:
 - ◆ La indexació és la clau per utilitzar l'experiència en la comprensió
 - ◆ Recordar, comprendre, experimentar i aprendre no es poden separar els uns dels altres
 - ◆ La memòria humana és dinàmica i canvia com a resultat de les seves experiències
- CBR deriva d'una visió que veu la resolució de problemes com un procés d'explicació [Riesbeck & Schank, 1989]



Aplicabilitat del CBR

- Quan hi ha disponible un gran dipòsit de dades històriques
- Quan les persones expertes descriuen el seu domini mitjançant exemples
- Quan l'experiència és tan valuosa com el coneixement dels llibres de text
- Quan els problemes no s'entenen completament (models de domini febles, coneixement del domini pobre)
- Hi ha massa excepcions al coneixement general
- Quan els casos amb solucions similars tenen descripcions de problemes similars



Avantatges del CBR

- Les solucions es proposen de forma ràpida, ja que no es parteix de zero, utilitzant experiències prèvies
- Facilitat per extreure coneixement expert o de domini per crear la biblioteca de casos
- Les experiències fallides del passat es poden utilitzar per evitar cometre els mateixos errors en el futur
- La integració de les habilitats d'aprenentatge és senzilla
- Els sistema CBR millora el seu rendiment al llarg del temps
- Els casos excepcionals es poden gestionar fàcilment



Inconvenients del CBR

- No sempre s'explora tota la base de casos i, per tant, es podrien trobar solucions no òptimes
- Podria ser necessari un gran tamany de memòria
- La coherència global de tots els casos podria ser difícil de mantenir
- Les funcions d'adaptació s'han de definir per a cada domini.
- Un sistema CBR no pot raonar sobre el que mai ha passat abans



Comparació amb altres mètodes

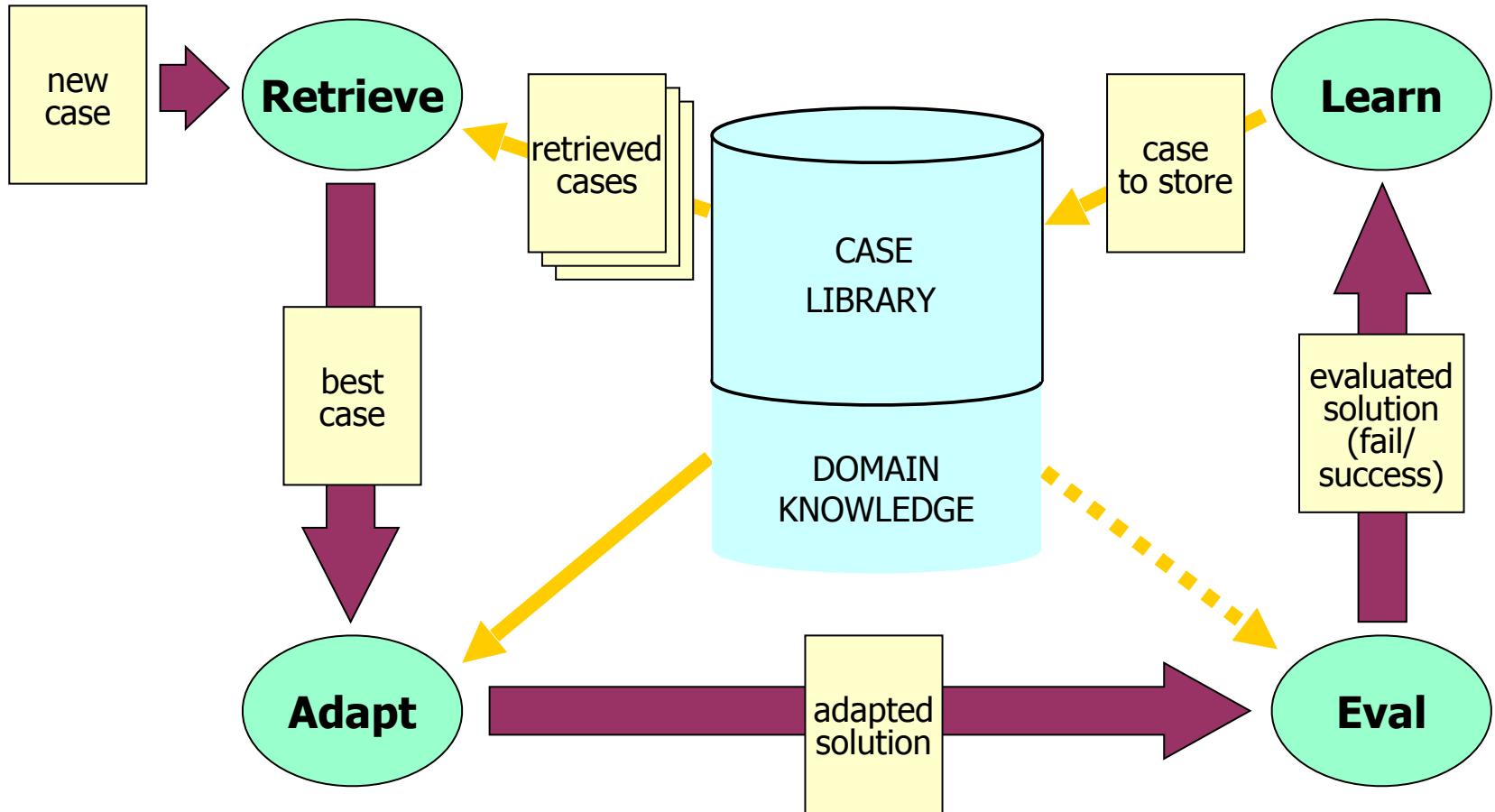
Rule-Based Reasoning

- Les regles expressen coneixements genèrics (patrons)
- Les regles utilitzades en el procés inferencial coincideixen exactament amb el problema d'entrada
- És difícil aprendre noves regles i mantenir la coherència
- Coneixement estàtic
- Sense habilitats d'aprenentatge
- És difícil adquirir el coneixement expert per construir la base de regles
- El rendiment és constant i pot fallar catastròficament

Case-Based Reasoning

- Els casos expressen coneixements específics o episòdics (constants)
- Els casos utilitzats en el procés inferencial coincideixen parcialment amb el problema d'entrada
- És fàcil aprendre casos nous, emmagatzemant-los a la base de casos
 - Coneixement dinàmic
 - Habilitats d'aprenentatge
- És relativament fàcil adquirir el coneixement expert per construir la base de casos
- El rendiment millora amb el temps

Cicle bàsic de CBR





Demostradors Acadèmics / Exemples



Exemples

Extrets de [Kolodner, 1993]

- CHEF [Hammond, 1986, 1989], un planificador basat en casos per a la creació de receptes
- CASEY [Koton 1988, 1989], un programa de diagnòstic basat en casos per donar una explicació causal dels trastorns del pacient
- JULIA [Hinrichs 1988-1992], un dissenyador basat en casos en el domini de la planificació dels àpats
- HYPO [Ashley, 1990], un programa interpretatiu basat en casos que treballa en l'àmbit del dret
- PROTOS [Bareiss, 1989], un programa de classificació per casos de trastorns audiològics
- CLAVIER [Hennessy & Hinkle, 1992], programa basat en casos per a la configuració de la disposició de peces d'avió compostes per a preparar en autoclau
- ARCHIE [Pearce et al., 1992], un programa de disseny per a l'arquitectura basat en casos



Examples

Extracted from [Kolodner, 1993]

CHEF: a case-based planner for recipe creation [Hammond, 1986, 1989]

Les receptes noves s'obtenen seleccionant la recepta més semblant -en termes d'objectius coberts- i adaptant-se en base a les discrepàncies entre els objectius.

Les receptes s'indexen –i es recuperen– a través dels objectius que compleixen mitjançant el RECUPERADOR. Per exemple, *beef-and-broccoli* està indexada per

(include broccoli)
(include beef)
(taste spicy)
(style stir-fry)
(taste savory)



CHEF:Un cas complet

Problem:

(include tofu)
(taste hot)
(style stir-fry)

Solution:

(ingredients
 ingr1 (tofu 1b .5)
 ingr2 (soy-sauce tablespoon 2)
 ingr3 (rice-wine spoon 1)
 ingr4 (cornstarch tablespoon .5)
 ingr5 (sugar spoon 1)
 ingr6 (broccoli 1b 1)
 ingr7 (r-pepper piece 6))

(actions
 act1 (chop object (ingr1) size (chunk))
 act2 (marinate object (result act1)
 in (& (ingr2) (ingr3) (ingr4) (ingr5))
 time (20))
 act3 (chop object (ingr6) size (chunk))
 act4 (stir-fry object (& (result act2) (ingr7))
 time (1))
 act5 (add object (result act3) to (result act 4))
 act6 (stir-fry object (result act5) time (2)))
 (style stir-fry))



CHEF: Cas

Problem:

```
(include tofu)
(taste hot)
(style stir-fry)
```

Solution:

```
(ingredients
  ingr1 (tofu lb .5)
  ingr2 (soy-sauce tablespoon 2)
  ingr3 (rice-wine spoon 1)
  ingr4 (cornstarch tablespoon .5)
  ingr5 (sugar spoon 1)
  ingr6 (broccoli lb 1)
  ingr7 (r-pepper piece 6))
(actions
  act1 (chop object (ingr1) size (chunk))
  act2 (marinate object (result act1)
        in (& (ingr2) (ingr3) (ingr4) (ingr5))
        time (20))
  act3 (chop object (ingr6) size (chunk))
  act4 (stir-fry object (& (result act2) (ingr7))
        time (1))
  act5 (add object (result act3) to (result act4))
  act6 (stir-fry object (result act5) time (2)))
  (style stir-fry))
```

FIGURE 5.19 One of CHEF's Cases: Broccoli with Tofu. (Hammond, 1989.)



CHEF:Adaptació

Un cop recuperat el cas més similar, l'adaptació la fa el MODIFICADOR en dos passos:

1. Es reinstància el pla antic: es crea una nova instància del pla antic on se substitueixen els ingredients antics pels nous
2. S'hi afegeixen les restriccions particulars imposades pels nous ingredients -*object critics*.

En general, s'introdueixen passos addicionals imposats pels ingredients. Per a cada nou ingredient es comprova si cal introduir alguna de les seves crítiques

chicken & snow-peas ↔ beef & broccoli

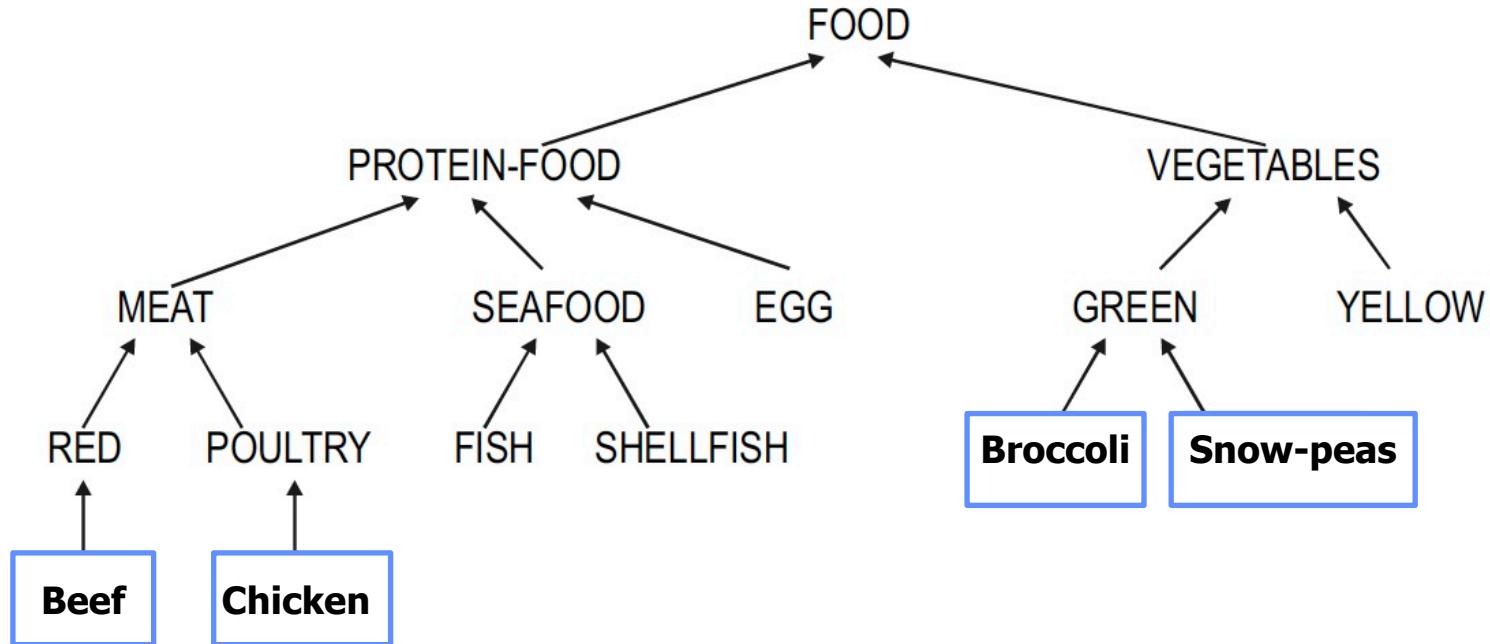
Coneixement de domini

Chicken ↔ beef

snow-peas ↔ broccoli

After doing step: bone-the-duck
do: clean-the-fat-from-the-duck
because: the-duck-is-now-fatty

CHEF: Coneixement de domini per a realitzar l'adaptació





CHEF: Funcionament: Gestió d'èxits i fracassos

- La majoria dels planificadors acabaria aquí, però CHEF realitza un procés més: **aprenentatge d'èxits i fracassos**
- Abans de decidir si aprèn la nova recepta
 - l'avalua mitjançant una simulació
 - compara els resultats obtinguts amb els objectius de la recepta i determina si es tracta d'un èxit o un fracàs
- Quan troba una fracàs, primer intenta resoldre'l (REPARADOR) i després recorda tant la informació positiva com la negativa (ASSIGNADOR)
- En aquest sistema s'inclou coneixement en forma de casos i molt coneixement del domini



CHEF: Funcionament: Reparació

- CHEF gestiona aproximadament una dotzena de tipus d'errors que es poden produir als plans
- Les fallades es produueixen per interaccions indesitjables entre els passos del pla
- Cada tipus de fallada porta associat un conjunt de possibles estratègies de reparació
- Resolució de fallades pel **REPARADOR**:
 - Intenta explicar la causa, per a això utilitza coneixement específic sobre l'efecte de cada pas culinari i coneixement genèric sobre relacions de causalitat
 - Tria una de les diverses possibles estratègies de reparació associades amb el tipus de fallada, mirant si hi ha casos fallits similars i en base a les condicions d'aplicabilitat de cada estratègia
 - Aplica l'estratègia de reparació



CHEF: Funcionament: Reparació: Exemple

- **Exemple:** perquè la massa d'un pastís creixi cal que hi hagi un cert equilibri entre la quantitat d'aigua i la de llevat; a l'afegir maduixes a la massa ha fet que augmenti la quantitat d'aigua i es trenqui l'equilibri
- Tipus de fallada: **side-effect:disabled-condition:balance**
 - Quines estratègies de reparació aplicarà?
 - **alter-plan:side-effect** es realitza una acció que conduceix a l'estat desitjat sense l'efecte col·lateral indesitjable
 - **alter-plan:precondition** es troba un pas alternatiu que no requereixi com a precondició les condicions que no s'han respectat
 - **recover** s'afegeix un pas just a continuació de l'acció que va produir l'efecte col·lateral de manera que s'elimini l'estat indesitjable
 - **adjust-balance:up** s'ajusta el desequilibri afegint més del que falta
 - **adjust-balance:down** s'ajusta el desequilibri eliminant part del que sobra
- Cada estratègia de reparació porta associats un conjunt de casos on es va aplicar. Aquests casos s'utilitzen per determinar l'aplicabilitat de l'estratègia



CHEF: Funcionament: Aprendentatge d'errors

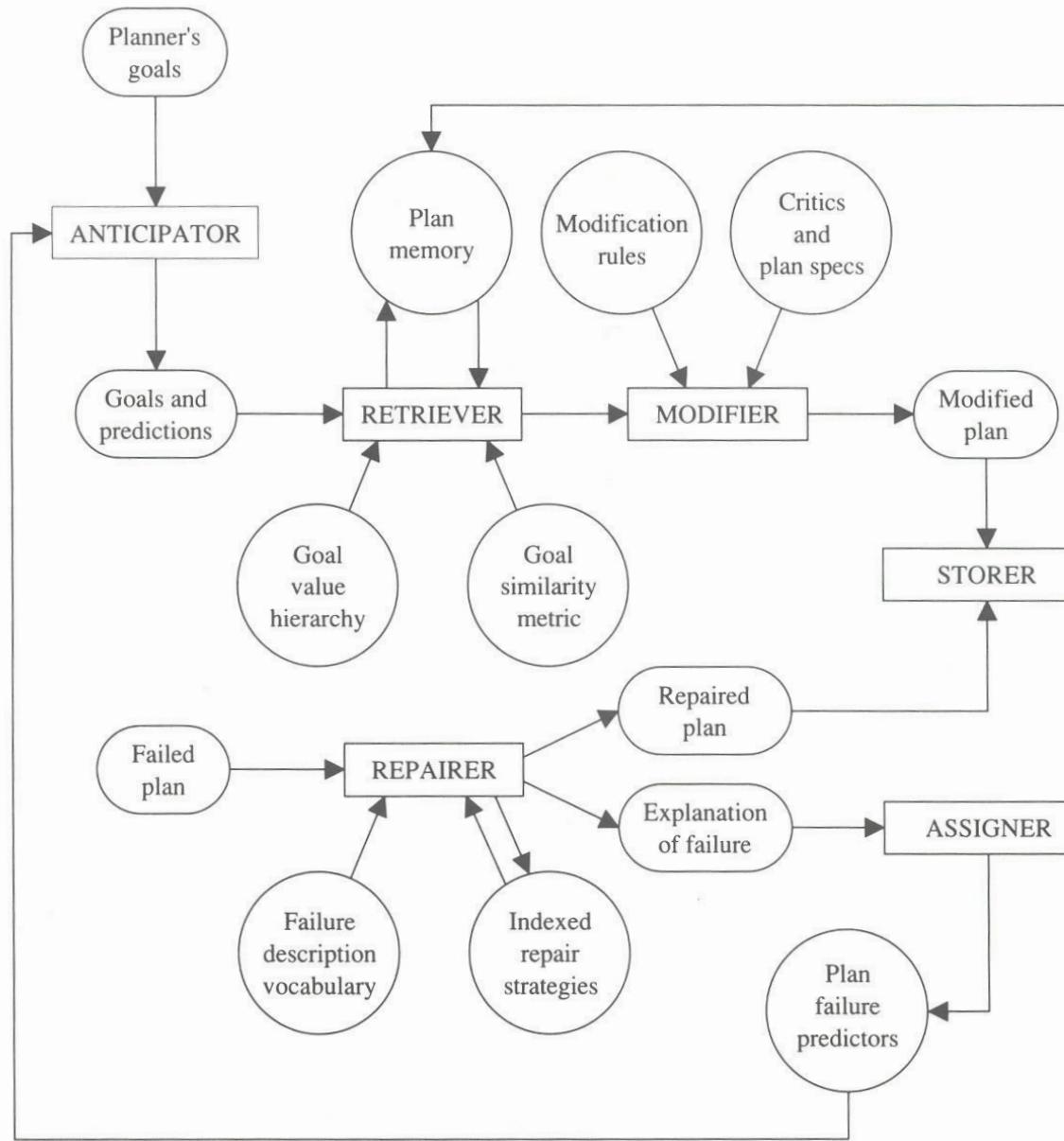
- Aprendentatge dels errors per l'ASSIGNADOR:
 1. Determina quines caràcterístiques permeten predir la fallada
 2. Utilitza aquestes característiques per indexar tant el cas fallit -per prevenir futures fallades- com el cas reparat -per poder recordar el tipus de reparació utilitzat-
- Per evitar repetir les fallades s'afegeix un primer pas addicional al procés de planificació: anticipació de fallades
 - es recuperen plans fallits amb objectius similars als del problema actual, i
 - s'afegeixen a la descripció d'aquest les restriccions que eviten la repetició de les fallades
- A l'exemple de la tarta de maduixes, afegir a la restricció "mantenir l'equilibri d'aigua"



CHEF: Fonts de Coneixement

- La biblioteca de casos amb les receptes
- Coneixement causal per l'explicació de fallades i la seva reparació (fallada+estratègia de reparació)
- Restriccions d'ús de cada ingredient (*object-critics*)
- Taxonomia conceptual amb coneixement semàntic dels termes utilitzats en el sistema (és una xarxa de *frames*).
 - Aquesta taxonomia es fa servir per:
 - Determinar la similitud entre casos
 - Instanciar els plans antics -crea correspondències entre els ingredients.

CHEF: Arquitectura i cicle de raonament





CHEF: Avaluació

- Major eficiència perquè reutilitza solucions passades
- És capaç de detectar errors, reparar-los i aprendre'n
- Pot predir errors abans que es produixin
- La planificació com a ***tasca basada en la memòria*** en lloc d'una tasca de construcció

CHEF Solucionant un cas (1)

RETRIEVER:

Searching for plan that satisfies--
Include beef in the dish.
Include broccoli in the dish.
Make a stir-fry dish.

Found recipe -> REC2 BEEF-WITH-GREEN-BEANS

Recipe exactly satisfies goals ->

Make a stir-fry dish.
Include beef in the dish.

Recipe partially matches ->

Include broccoli in the dish.
in that the recipe satisfies:
Include vegetables in the dish.

MODIFIER:

Building new name for copy of BEEF-WITH-GREEN-BEANS
Calling recipe BEEF-AND-BROCCOLI

Modifying recipe: BEEF-AND-BROCCOLI

to satisfy: Include broccoli in the dish.

Placing some broccoli in recipe BEEF-AND-BROCCOLI

--Considering ingredient-critic:

Before doing step: Stir-fry the -Variable-

do: Chop the broccoli into pieces the size of chunks.

--ingredient-critic applied.

Projected results:

The beef is now tender. The dish now tastes salty.

The dish now tastes savory. The dish now tastes sweet.

The broccoli is now crisp. The dish now tastes like garlic.

SIMULATOR:

Executing recipe.

FIGURE 2.2 CHEF's Steps in Creating Beef and Broccoli

REPAIRER:
Checking results.

Checking goals of recipe -> BEEF-AND-BROCCOLI ...

The goal: The broccoli is now crisp is not satisfied.
It is instead the case that: The broccoli is now soggy.

Changing name of recipe BEEF-AND-BROCCOLI
to BAD-BEEF-AND-BROCCOLI

Explaining the failures ...

ANSWER: The step: Stir-fry the sugar, soy sauce, rice wine, garlic, cornstarch, broccoli, and beef for three minutes enables the satisfaction of the following goals:

The dish now tastes savory.

The beef is now tender.

But the same step results in thin liquid in the pan from the beef, resulting in the failure

Found TOP TOP1 -> SIDE-EFFECT:DISABLED-CONDITION:CONCURRENT

It has 3 repair strategies associated with it:

SPLIT-AND-REFORM

ALTER-PLAN:SIDE-EFFECT

ADJUNCT-PLAN

Applying TOP to failure in recipe BAD-BEEF-AND-BROCCOLI

Asking questions needed for evaluating strategy:

SPLIT-AND-REFORM ...

Implementing plan -> Instead of doing step: Stir-fry the sugar, soy sauce, rice wine, garlic, corn starch, broccoli, and beef for 3 minutes

Do: S1 = Stir-fry the broccoli for 3 minutes.

S2 = Remove the broccoli from the result of action S1.

S3 = Stir-fry the sugar, soy sauce, rice wine, garlic, cornstarch, and beef for 3 minutes.

S4 = Add the result of action S2 to the result of action S3.

S5 = Stir-fry the result of action S4 for a half minute.

Suggested by strategy SPLIT-AND-REFORM.

ASSIGNER:

Building demons to anticipate failure.

Building demon: DEMONO to anticipate interaction between rules:

"Meat sweats when it is stir-fried."

"Stir-frying in too much liquid makes vegetables soggy."

CHEF

Solucionant un cas (3)

Indexing demon: DEMONO under item: MEAT
by test: Is the item a MEAT?
Indexing demon: DEMONO under item: VEGETABLE
by test: Is the item a VEGETABLE and Is the TEXTURE of item CRISP?

Goal to be activated: Avoid failure of type SIDE-EFFECT:DISABLED-CONDITION:CONCURRENT exemplified by the failure "The broccoli is now soggy" in recipe BEEF-AND-BROCCOLI.

FIGURE 2.3 Repairing Beef and Broccoli

ANTICIPATOR:

Searching for a plan that satisfies--
Include chicken in the dish.
Include snow peas in the dish.
Make a stir-fry dish.

Collecting and activating tests.

Fired: Is the dish STYLE-STIR-FRY?
Fired: Is the item a MEAT?
Fired: Is the item a VEGETABLE and Is the TEXTURE of item CRISP?

Chicken + Snow Pea + Stir-frying = Failure

"Meat sweats when it is stir-fried."
"Stir-frying in too much liquid makes vegetables soggy."
Reminded of BEEF-AND-BROCCOLI
Fired demon: DEMONO

Based on features found in items: snow peas, chicken, and stir-fry adding goal: Avoid failure of type SIDE-EFFECT:DISABLED-CONDITION:CONCURRENT exemplified by the failure "The broccoli is now soggy" in recipe BEEF-AND-BROCCOLI.

RETRIEVER:

Searching for plan that satisfies--
Include chicken in dish.
Include snow pea in dish.
Make a stir-fry dish.
Avoid failure of type
SIDE-EFFECT:DISABLED-CONDITION:CONCURRENT

Found recipe -> REC9 BEEF-AND-BROCCOLI

...

FIGURE 2.4 Anticipating and Avoiding a Previous Failure



Examples

Extrets de [\[Kolodner, 1993\]](#)

CASEY [\[Koton 1988, 1989\]](#),
a case-based diagnosis program to diagnose a causal
explanation of the patient disorders

A case in CASEY

No.	Feature Name	Value for Old Case (David)	Value in New Case (Newman)
1.	Age	72	65
2.	Pulse rate	96	90
3.	Temperature	98.7	98.4
4.	Orthostatic change	absent	unknown
5.	Angina	unstable	within-hours & unstable
6.	Mean arterial pressure	107	99.3
7.	Syncope	none	on exertion
8.	Auscultation	murmur of AS	unknown
9.	Pulse	normal	slow-rise
10.	EKG	normal sinus & LV strain	normal sinus & LVH
11.	Calcification	none	mitral & aortic

FIGURE 2.5 Differences CASEY Must Reconcile

Problem description in CASEY

```
((patient-name "natalie") (age 62) (sex female)
 (dyspnea on-exertion) (orthopnea absent) (chest-pain anginal)
 (angina unstable) (syncope/near-syncope none) (palpitations none)
 (nausea/vomiting absent) (cough absent) (diaphoresis absent)
 (hemoptysis absent) (fatigue absent) (therapies none)
 (blood-pressure 146 81) (heart-rate 86) (arrhythmia-monitoring normal)
 (resp 14) (temp 98.3) (appearance anxious) (mental-status conscious)
 (jugular-pulse normal) (pulse slow-rise) (auscultation s2 murmur)
 (s2 soft-a2) (murmur systolic-ejection-murmur)
 (apex-impulse laterally-displaced) (parasternal-impulse normal)
 (chest clear-to-auscultation-and-percussion) (abdomen normal-exam)
 (extremities normal-exam) (ekg lv-strain normal-sinus)
 (cxr calcification cardiomegaly) (calcification mitral aortic-valve)
 (cardiomegaly lv))
```

FIGURE 5.16 A Problem Description in CASEY

A CASEY solution

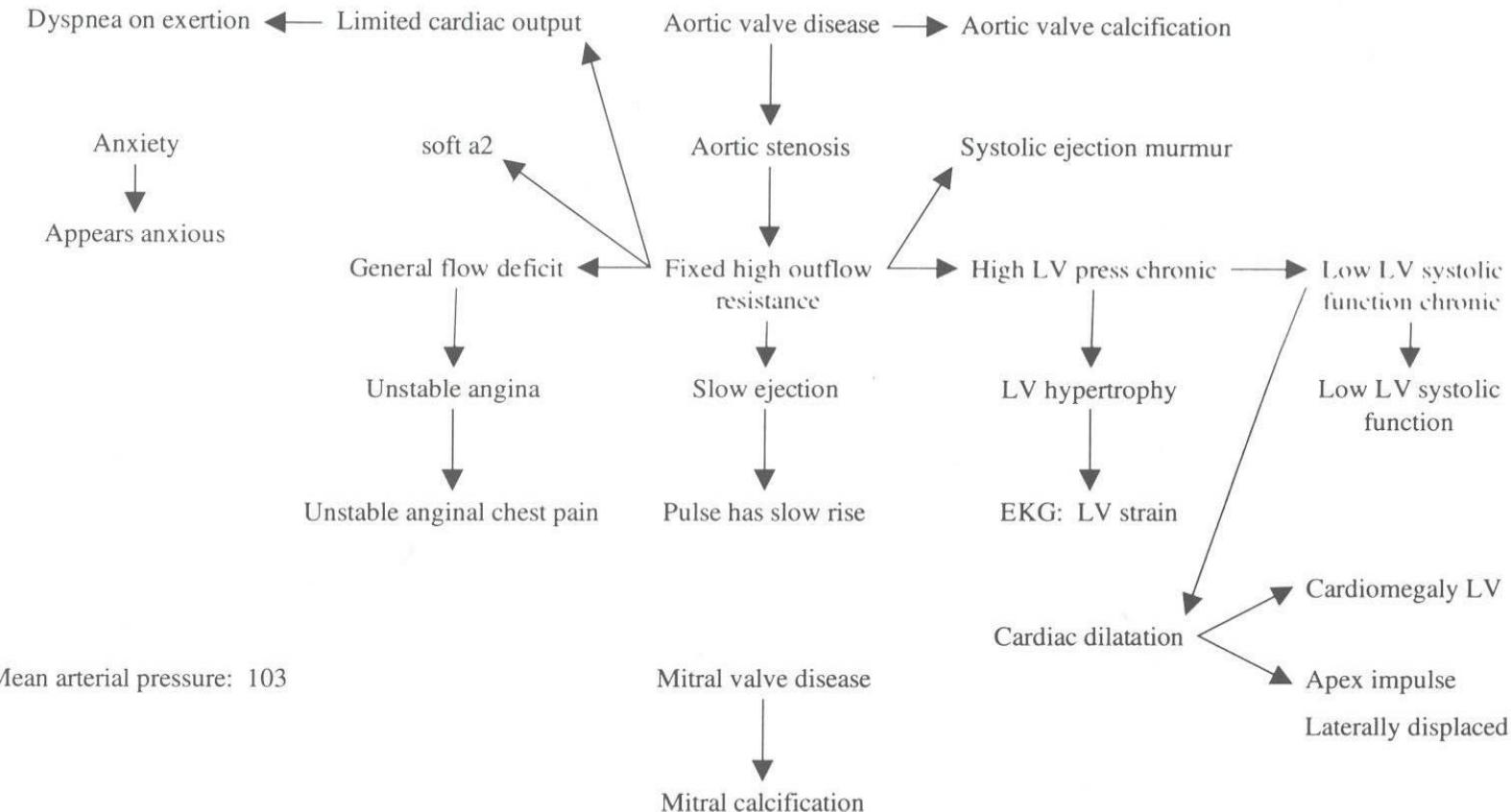


FIGURE 5.17 One of CASEY's Solutions



A CASEY solution justification

```
((transferred-from "margaret" node-64)
(same-qualitative-region
  (mean-arterial-pressure:103 mean-arterial-pressure:104)
  rule: (high blood-pressure))
(definite-cause (calcification mitral) mitral-valve-disease)
(new-state aortic-valve-disease)
(causes aortic-valve-disease aortic-stenosis)
(other-evidence (pulse slow-rise) slow-ejection)
(other-evidence (s2 soft-a2) fixed-high-outflow-resistance)
(other-evidence (apex-impulse laterally-displaced) cardiac-dilatation)
(other-evidence (cardiomegaly lv) cardiac-dilatation)
(supports-existing-state (cardiomegaly lv) lv-hypertrophy)
(no-evidence high-sympathetic-stimulation))
```

FIGURE 5.18 Justification of One of CASEY's Solutions



Examples

Extrets de [\[Kolodner, 1993\]](#)

JULIA [\[Hinrichs 1988-1992\]](#),
a case-based designer in the domain of meal planning

Un cas a JULIA (1)

```

name PROBLEM-2
isa (M-MEAL)
reasoning: REFINE-MEAL-1
characters:
eaters:
host *JLK*
source: *CLIENT*
guests *JLKS-SISTER-IN-LAW* *GUEST2* *GUEST3*
setting:
time: APRIL-11
locale: *JLKS-HOUSE*
descriptors:
primary-descriptors:
cost: INEXPENSIVE-MEAL
cuisine: AMERICAN-CUISINE
source: memory-lookup
justification: (prefer taste *normal-tasting*)
source: *GUEST2*
ingredients: TOMATO
secondary-descriptors:
eating-config: SITTING
ease-of-prep: EASY
events:
appetizer: appetizer-course
salad: salad-course
main: main-course
dessert: dessert-course
main-course:
dishes:
constraints: (rule-out ingredients (*milk* *meat* *fish*))
source: *JLKS-SISTER-IN-LAW*
(prefer taste *normal-tasting*)
source: *GUEST2*
(prefer heavy-light *substantial*)
source: *GUEST2*
(prefer ingredients (*fish*))
source: *CLIENT*
main-dishes:
Reasoning: Increase Choice
Justifications: Overconstrained Ingredients Slot
main-dishes-2: GRILLED-SALMON
Constraints: (prefer taste *normal-tasting*)
(prefer ingredients (*fish*))

```

FIGURE 5.20 A Case from JULIA (continued next page)



Un cas a JULIA (2)

```
main-dishes-1: GOOD-GARDEN-TOMATO-BAKE
  Constraint : (rule-out ingredients (*milk* *meat* *fish*))
  Source: case - Late Summer Tomatoes
  Justifications: - Contains tomatoes
                  - Cost = inexpensive
                  - Host = *JLK*
  Reasoning: Transform by deleting dairy products
side-dishes:
  veg-dish: STUFFED-GREEN-PEPPERS
  starch-dish: WILD-RICE
beverage: WHITE-WINE
dessert-course:
  dishes: BROWNIES
  drink: MINT-TEA
  ...
  
```

FIGURE 5.20 (continued). (Adapted from Hinrichs, 1992.)



Examples

Extrets de [\[Kolodner, 1993\]](#)

HYPO [\[Ashley, 1990\]](#),
a case-based interpretive program that works in the
domain of law

Un cas a Hypo

Situation description:
date: Aug 29, 1979
parties:
USM
isa: corporation
competitors: Marson
product-list:
USM-machine
a kind of: blind-rivet-machine
used for: rivet-manufacture
market: rivet-buyers
technology used: rivet-design, rivet-manufacture
competitors-products: marson-machine
developer: USM
project-start: 1954
project-end: 1959
knowledge-used: about-USM-machine
security-measures: minimal-measures, access-to-premises-controlled, restrictions-on-entry-by-visitors, employee-nondisclosure-agreements
security-breach-list: nil
similarities-with-competitive product: nil

Marson
isa: corporation
competitors: USM
product-list:
Marson-machine
a-kind-of: blind-rivet-machine
used-for: rivet-manufacture
market: rivet-buyers
technology used: rivet-design, rivet manufacture
competitors-products: USM-machine
developer: Marson
project-start: 1961
project-end: 1964
roles of the parties: (plaintiff USM) (defendant Marson)
claims: (claim USM (trade-secrets-misappropriation Marson))
results: (competitive-advantage-gained Marson)
(security-measures-adopted USM)

FIGURE 5.4 A Situation Description from a Legal Case



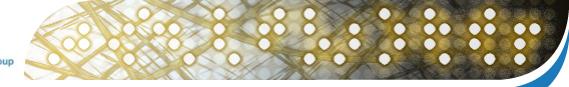
HYPO: Funcionament

1. Analitza el cas problema a la recerca dels factors rellevants
2. Recupera els casos on apareixen els factors seleccionats
3. Classifica els casos recuperats respecte al cas actual: els casos a favor i els casos en contra
4. Selecciona els casos més rellevants dins de cada conjunt
5. Construeix l'argumentació
 1. Utilitza el millor cas a favor com a argument
 2. Analitza les diferències entre el cas actual i el millor cas en contra i a partir d'elles selecciona casos a favor que també presentin aquesta diferència i, per tant, serveixin per refutar el contraexemple
 3. Es construeixen diferents argumentacions, partint de diferents casos a favor i en contra, i les corresponents refutacions
6. L'anàlisi realitzada al pas anterior s'utilitza per justificar que l'usuari té raó



HYPO: Funcionament

1. Analitza el cas problema a la recerca dels factors rellevants
2. Recupera els casos on apareixen els factors seleccionats
3. Classifica els casos recuperats respecte al cas actual: els casos a favor i els casos en contra
4. Selecciona els casos més rellevants dins de cada conjunt
5. Construeix l'argumentació
 1. Utilitza el millor cas a favor com a argument
 2. Analitza les diferències entre el cas actual i el millor cas en contra i a partir d'elles selecciona casos a favor que també presentin aquesta diferència i, per tant, serveixin per refutar el contraexemple
 3. Es construeixen diferents argumentacions, partint de diferents casos a favor i en contra, i les corresponents refutacions
6. L'anàlisi realitzada al pas anterior s'utilitza per justificar que l'usuari té raó



HYPO: Funcionament: Exemple

1. Situació

Pep, que està a punt de fer 13 anys, vol convèncer els seus pares perquè el deixin anar a veure "Sin City" que està classificada per a majors d'13 anys.

2. Factors

Edat i maduresa, classificació de la pel·lícula, la distància a què està el cinema, quin dia de la setmana se'n va, si ha acabat els seus deures,...

3. Factors rellevants

Edat i maduresa, classificació de la pel·lícula

4. Casos recuperats

1. A la seva germana, que és més gran que ell, l'han deixat anar a veure-la
2. Al seu millor amic, Jordi, l'han deixat anar a veure-la
3. Fa un any no el van deixar anar a veure una altra pel·lícula classificada per a majors de 13 anys



HYPO: Funcionament: Exemple

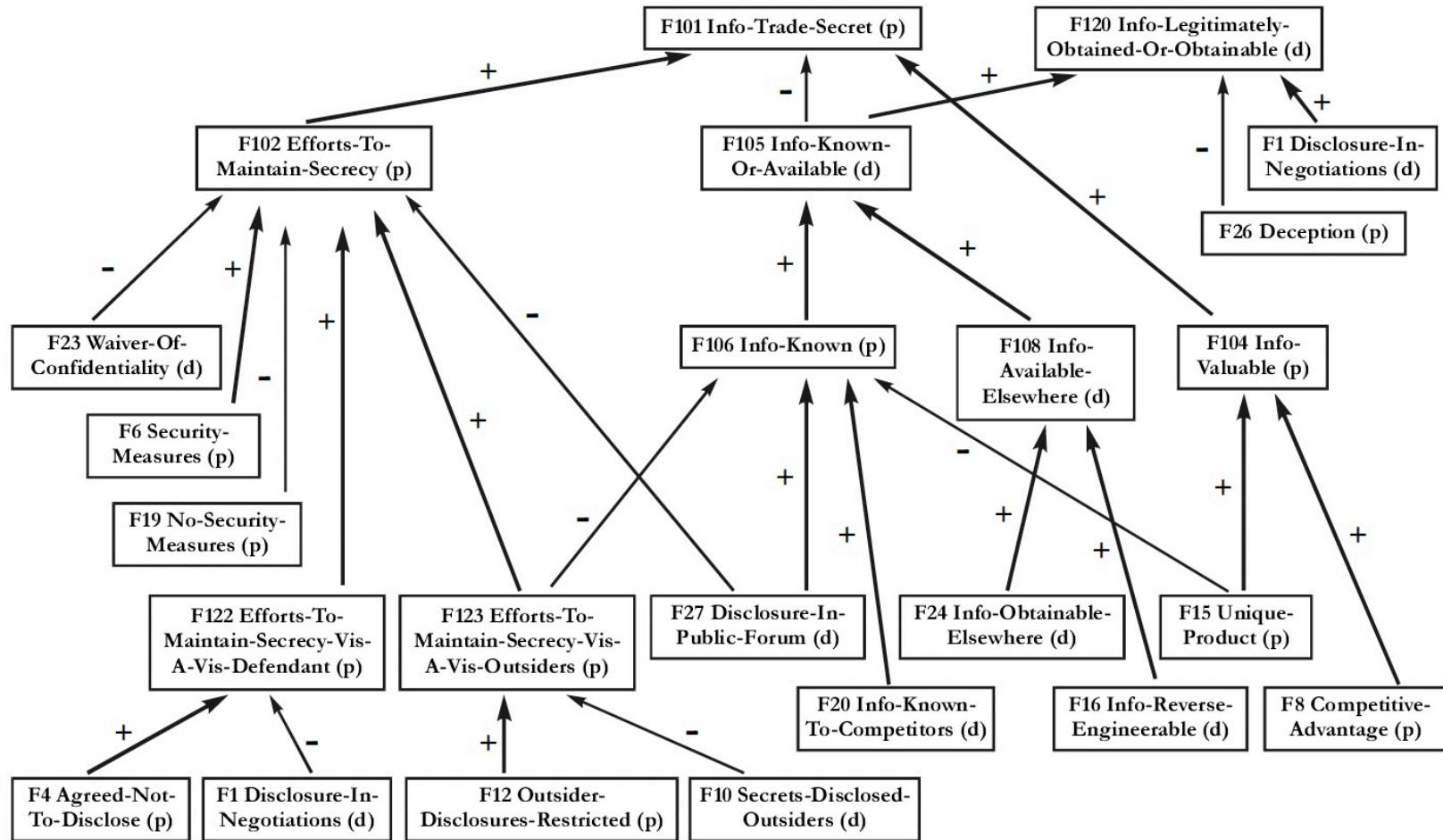
1. Argumentació

- Han de deixar-lo anar perquè a la seva germana els ho han permès
- Preveu que els seus pares argumentaran utilitzant la diferència d'edat, davant la qual cosa en Pep podrà respondre que a en Tomeu, que és de la seva mateixa edat, sí que li han deixat anar

2. De vegades cal afegir factors a la situació (**casos hipotètics**)

- Si el factor rellevant és que el cinema és massa lluny
 - Recorda un cas en què se li va permetre veure una pel·lícula en un cinema que estava encara més lluny, on un factor rellevant va ser que els seus pares volien veure una altra pel·lícula al mateix cinema
 - Construeix un cas hipotètic i pregunta si li permetran anar si a ells els interessés veure una altra pel·lícula al mateix cinema

HYPO: Jerarquia de Factors





HYPO: Avaluació

1. Un dels primers sistemes a l'àmbit legal (sinó el primer)
2. Va mostrar la importància de comparar i construir per entendre les situacions
3. Va ser el primer en usar estratègies per a crear argumentacions
4. Va mostrar la utilitat del raonament hipotètic
5. Va crear un seguit de sistemes d'ús pedagògic (CATO per exemple)
6. Relacionat amb desenvolupaments posteriors i paral·lels en lògica de l'argumentació (i raonament dialògic, per exemple)



Exemples

Extrets de [\[Kolodner, 1993\]](#)

PROTOS [\[Bareiss, 1989\]](#),
a case-based classification program for audiological
disorders



A case in PROTOs

Problem Description:

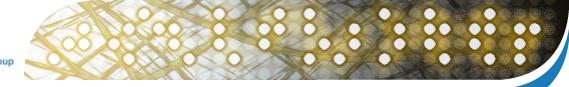
Goal: diagnose

Constraints:

Situation Description:

s_neural(mild, gt4k)	tymp(a)
s_neural(mild, lt1k)	speech(normal)
ac_reflex_u(normal)	air(mild)
ac_reflex_c(normal)	history(vomiting)
o_ac_reflex_u(normal)	history(dizziness)
o_ac_reflex_c(normal)	history(fluctuating)

FIGURE 5.3 A Problem Description from PROTOs's Domain. (Adapted from Bareiss, 1989.)



Exemples

Extrets de [\[Kolodner, 1993\]](#)

CLAVIER [\[Hennessy & Hinkle, 1992\]](#), a case-based program for configuration of the layout of composite airplane parts for curing in autoclave

Àmbit d'ús: càrrega d'un autoclav per a la construcció de peces

Entrada: llista de peces a construir

Sortida: disposició de les peces a l'autoclau

No hi havia cap model sobre la física de l'autoclau. Els experts es basen en la seva experiència i porten un registre de les càrregues

Es van utilitzar els fitxers per obtenir el contingut inicial de la base de casos



Clavier

En cada cas es representa:

Els noms de les peces

Les taules on es col·loquen les peces

La ubicació de les peces

Caràcterístiques del procés: durada, pressió i temperatura

Indexació de casos: per la llista de peces que contenen



Clavier

Adaptació:

Cal fer adaptació quan el cas recuperat inclou peces que no són a l'entrada

No és possible fer l'adaptació considerant només la similitud entre peces aïllades: cal tenir en compte el context

Es recuperen casos que coincideixen parcialment amb el cas a adaptar -contextos similars- i que incloguin peces de l'entrada. A partir d'ells se suggereixen les adaptacions.

Per recuperar contextos similars es fan servir dos tipus de coneixements:

Context local → distribució de les peces a la taula en qüestió

Context global → les condicions de la càrrega: temps, temperatura, pressió, materials emprats, ...

Els fragments dels casos –les taules– estan indexats per separat i poden ser recuperats

És capaç de recuperar una configuració vàlida el 90 % de les ocasions

CLAVIER adaptació

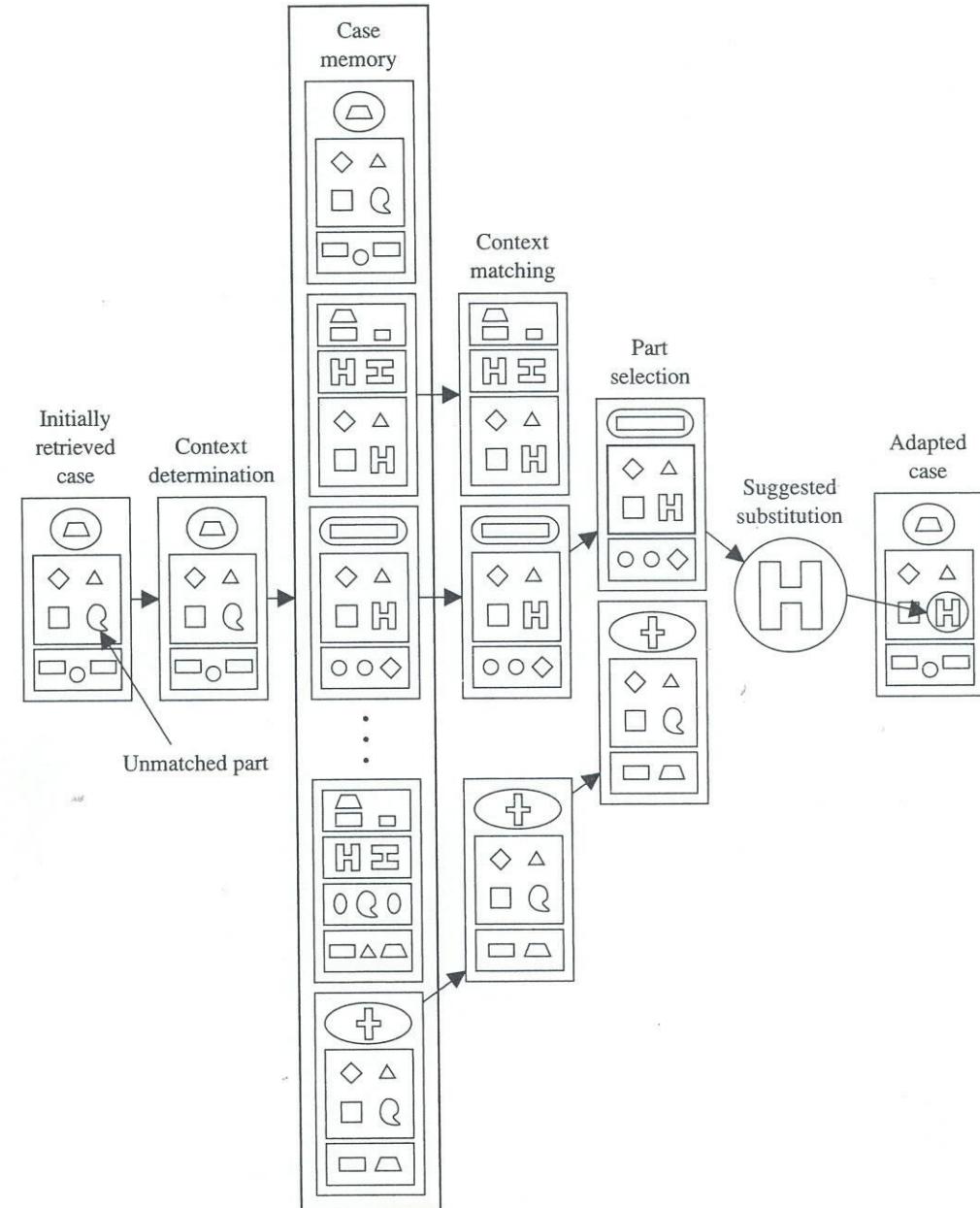


FIGURE 2.8 CLAVIER's Adaptation Process. Adapted from Figure 4 in Hennessy, D.H. and Hinckle, D. (1992). "Applying Case-Based Reasoning to Autoclave Loading," *IEEE Expert*, 7(5), pp. 21–26.

CLAVIER

cicle de raonament

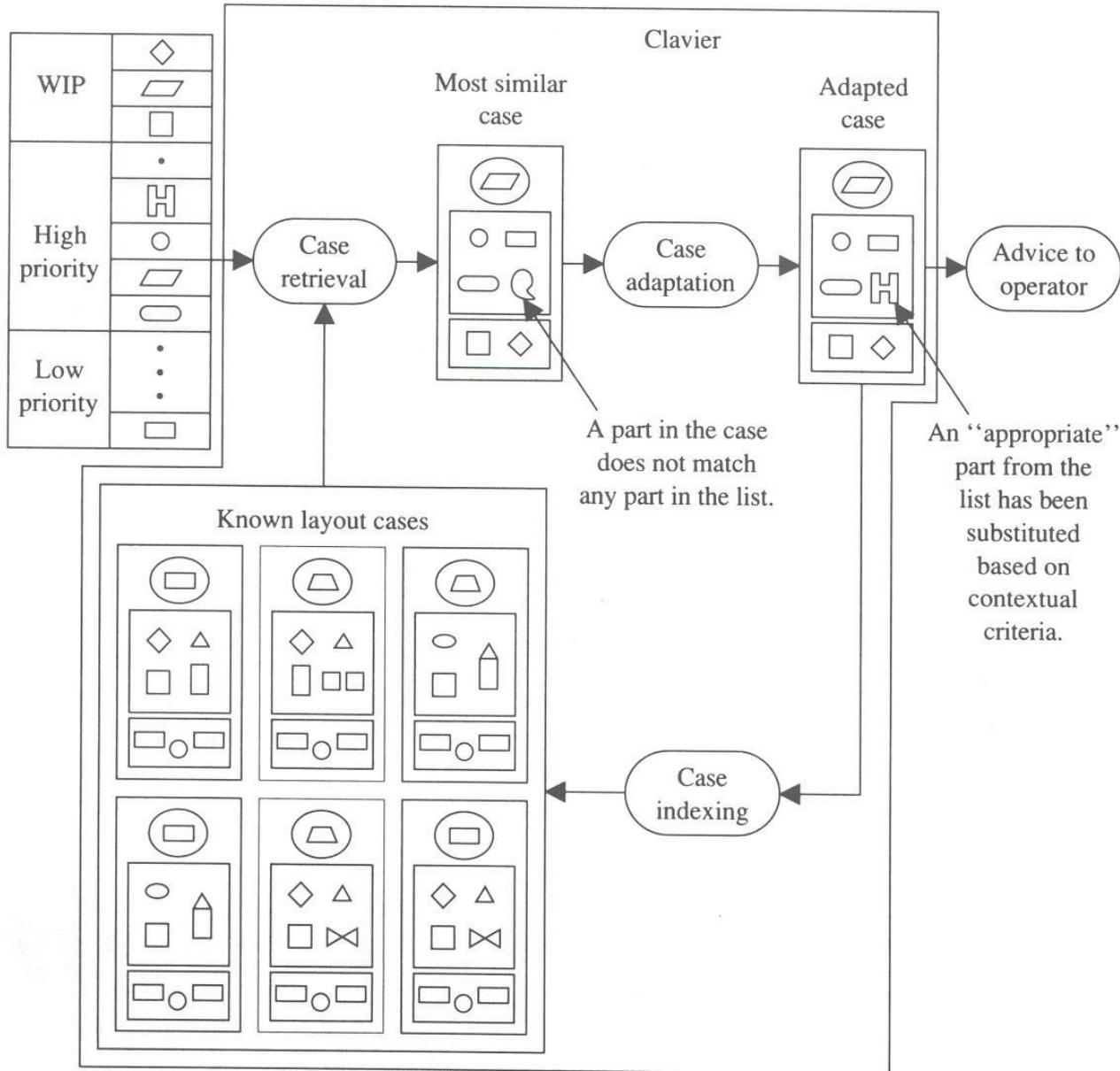


FIGURE 2.6 A Schematic of CLAVIER's Reasoning Process. Adapted from Figure 3 in Hennessy, D.H. and Hinckle, D. (1992). "Applying Case-Based Reasoning to Autoclave Loading," *IEEE Expert*, 7(5), pp. 21–26.

CLAVIER funcionament

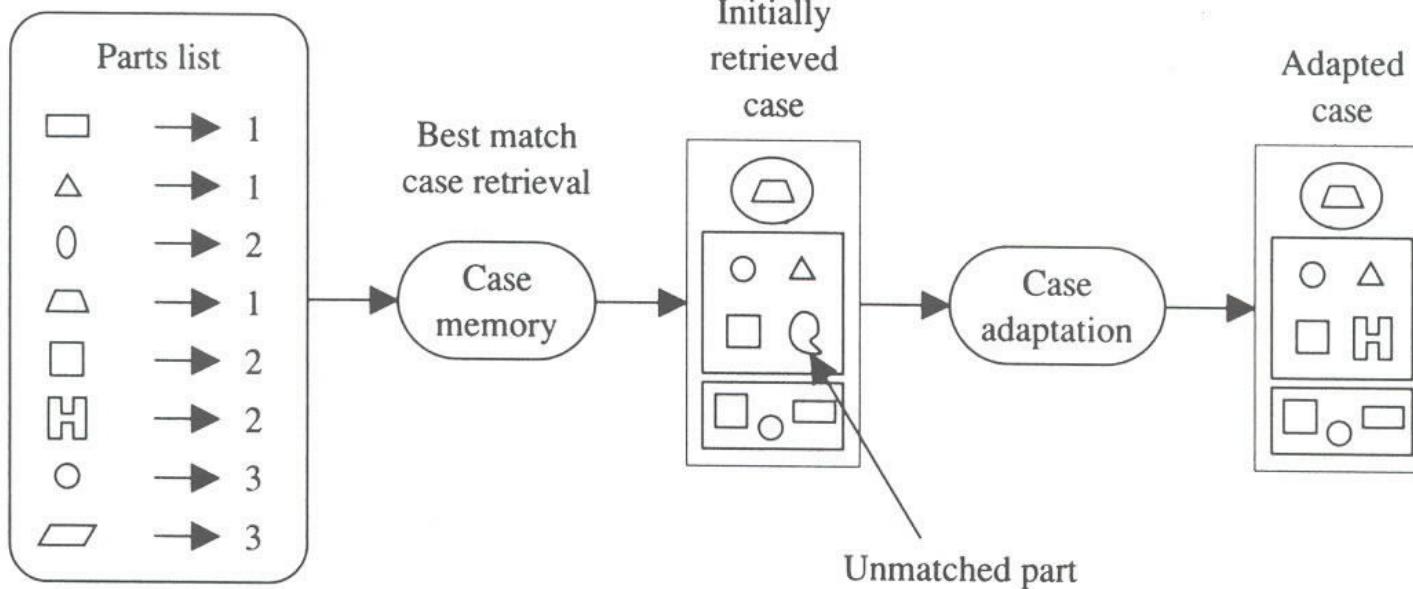


FIGURE 2.7 Input and Output in CLAVIER.



Exemples

Extrets de [\[Kolodner, 1993\]](#)

ARCHIE [\[Pearce et al., 1992\]](#),
a case-based design program for architecture



Archie: Un cas de disseny

	Goal	Plan	Outcome
Organization	O-Goal:Organization type Corporate back office O-Goal:Group interaction Very important O-Goal:Image importance Important O-Goal:Organization type Face to face Copies File O-Goal:Computer use Important O-Goal:Security requirements Medium security O-Goal:Budget N/A	Case name: Mitsubishi	O-Outcome:Individual satisfaction Highly satisfied O-Outcome:Group interaction Unplanned interaction O-Outcome:Distraction frequency Frequently O-Outcome:Accessability Highly accessible O-Outcome:Noise level Sporadic loud noise O-Outcome:Privacy-auditory Low privacy O-Outcome:Security Medium security
Core	C-Goal:Floor layout Open C-Goal:Gross area 15,000 C-Goal>Total area 14,500	C-Plan:Core type Open C-Plan:Space shape Angular C-Plan>Total area 6,700 C-Plan:Ambient lighting type Flourescent C-Plan:Natural/artificial lighting ratio 0.40	C-Outcome:Lighting quality Satisfactory lighting C-Outcome:Air quality Good air quality C-Outcome:Air temperature Warm temperature
Partition	P-Goal:Partition system Unknown P-Goal:Partition weight Above eye level	P-Plan:Group layout One group P-Plan:Workgroup division Core border P-Plan:Number of conference 760 760 1 P-Plan:Partition for manager Glass wall P-Plan:Area of support staff office 80	P-Outcome:Partition cost for manager N/A P-Outcome:Partition design aesthetics Pleasing P-Outcome:Partition finish aesthetics Pleasing
Furniture	F-Goal:Furniture budget 200,000 F-Goal:Modularity Unknown F-Goal:Storage needs Important F-Goal:Adjustability Unknown	F-Plan:Furniture for manager Traditional F-Plan:Has task lighting? True F-Plan:Shared workspace Adequate space Narrow drawer Overhead shelves Pedestals	F-Outcome:Furniture cost for worker N/A F-Outcome>Total cost N/A F-Outcome:Adequate space? Beyond expectations F-Outcome:Ease of adaptability Facilities adaptable F-Outcome:Furniture color aesthetics Pleasing



Interfície d'ARCHIE-2

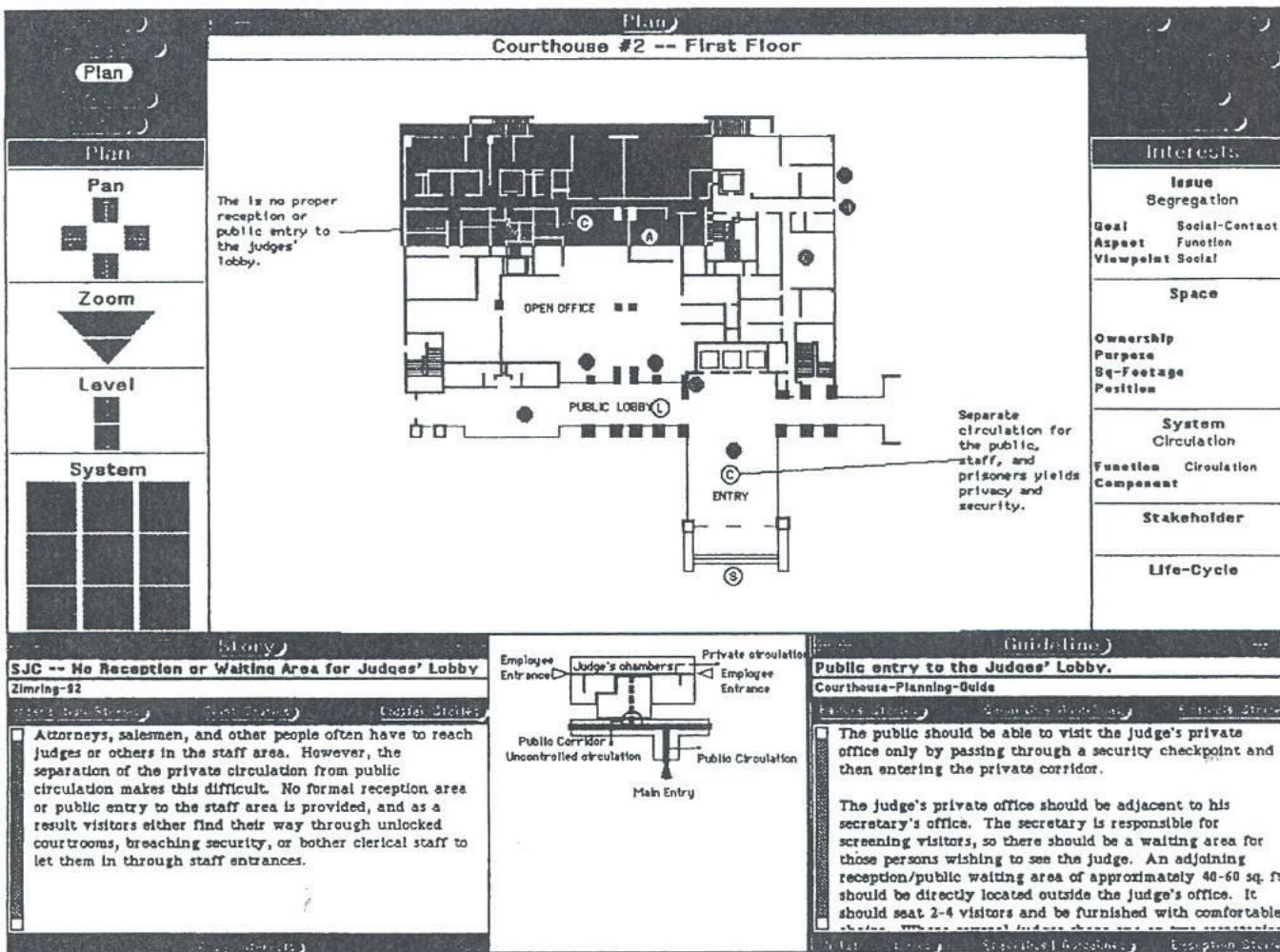


FIGURE 5.11 A Screen from ARCHIE-2



Archie: Funcionament: Probing (Retrieval)

Case name	Probe 1
Case architect	N/A
Case building date	N/A
Case building location	N/A
O-Goal:Organization type	Accounting firm
O-Goal:Group interaction	Important
O-Goal:Face-to-face contact	Important
O-Goal:Frequency of visitors	Frequently
O-Goal:Time at office	N/A
O-Goal:Time in meetings	N/A
O-Goal:Image importance	Very important
O-Goal:Outside communication	N/A
O-Goal:Computer use	N/A
O-Goal:Lab space	N/A
O-Goal:Security requirements	N/A
O-Goal:Growth need	Important
O-Goal:Budget	N/A
<hr/>	
C-Goal:Floor layout	N/A
C-Goal:Gross area	12,000
C-Goal>Total area	N/A
<hr/>	
F-Goal:Adjustability	N/A
F-Goal:Furniture budget	300,000
F-Goal:Modularity	N/A
F-Goal:Storage needs-Books	N/A
F-Goal:Storage needs-Files	Very important
F-Goal:Worksurface area (sq ft)	N/A

O-goal:
C:Constraint
F: Feature
i
Valors

Amb aquests valors
es
busquen casos per
sobre d'un
llindar de similitud

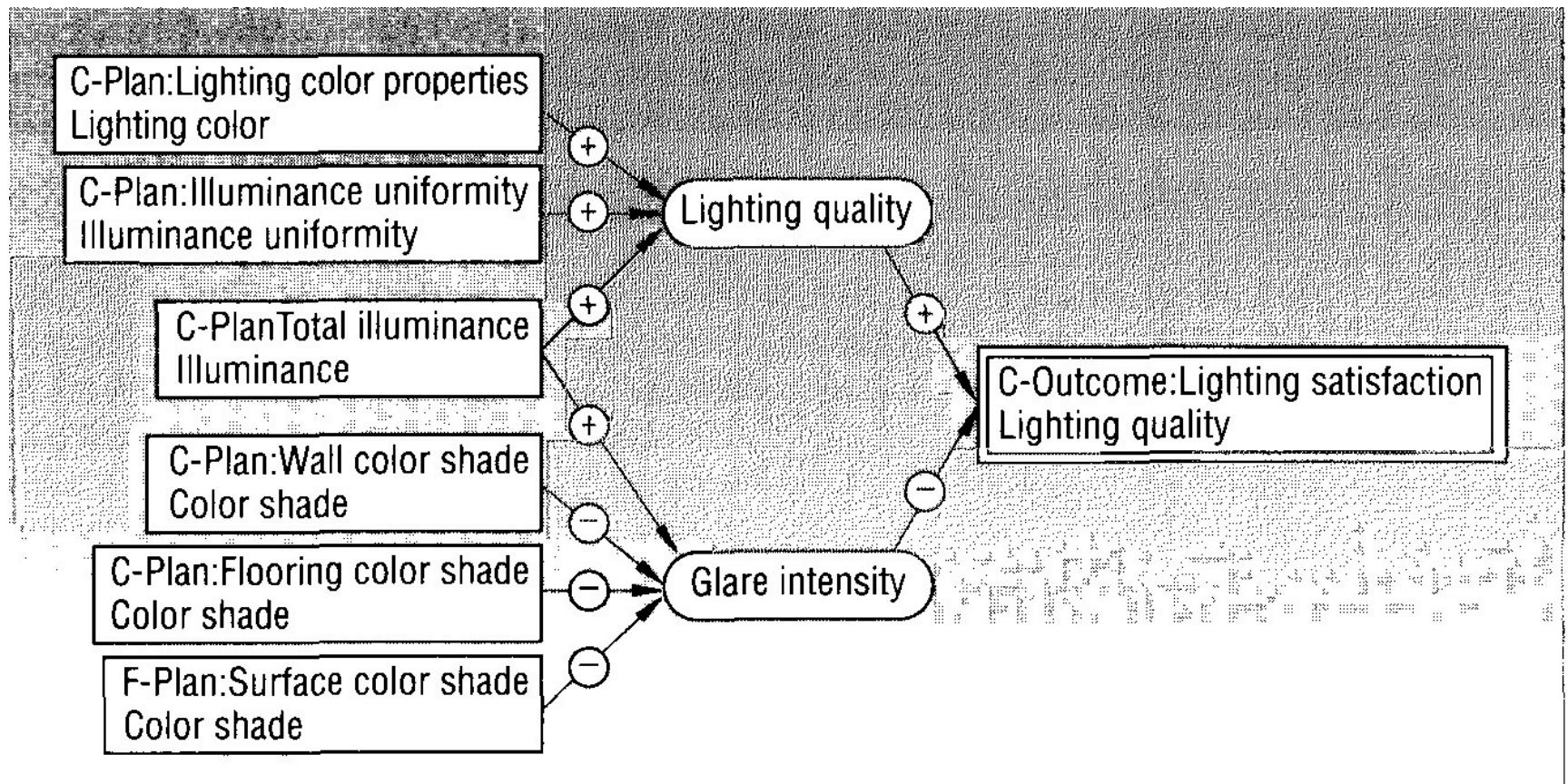
Amb això es crea un
**pla de disseny
parcialment
especificat**

Core plan
Integer
Integer
Importance
Importance
Importance
Importance
Integer

Importance
Integer
Importance
Importance
Importance
Importance
Integer

A partir del pla parcial
es realitza el **design
critique**: raonament
sobre context més
específic.

Archie: Funcionament: Critiquing

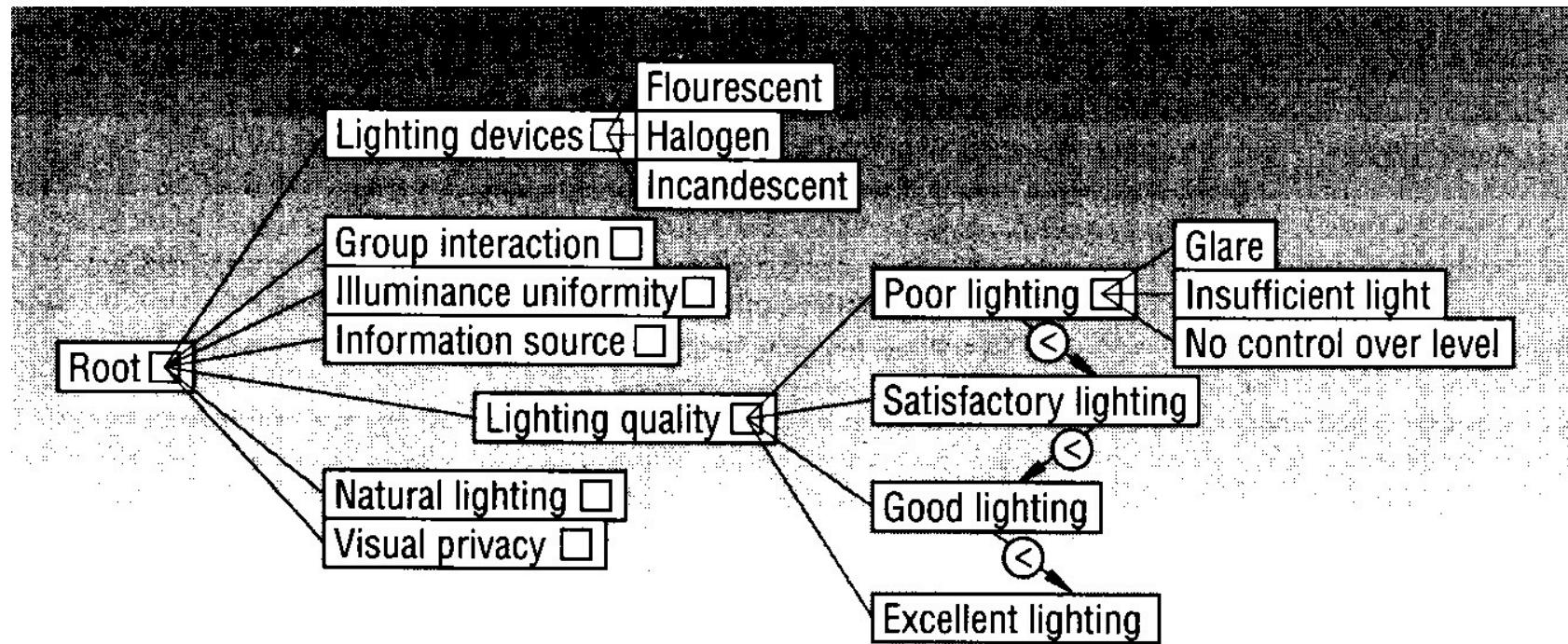




Archie: Funcionament: Adaptació

Case name	IBM Riveredge	O-Outcome:Moral	*Offices with fluorescent lighting systems should have diffusers over bulbs, or provide some way of controlling level, to prevent glare
Case building location	Atlanta, GA	Case comments	*Highly flexible layout; easy to move offices between different workgroups *2-3 workers in most offices, high interaction in these "subgroups" *Status expressed in the location/size of offices
C-Plan:Lighting color properties	Medium	P-Plan:Number of conference rooms-shared	2
C-Plan:Illuminance uniformity	Diffuse	P-Plan:Number of conference rooms-unshared	0
C-Plan>Total illuminance	Medium	P-Plan:Partition for manager	Permanent wall
C-Plan:Wall color shade	Light	P-Plan:Partition for support staff	No partition
C-Plan:Flooring color shade	Medium	P-Plan:Partition for worker	Permanent wall
F-Plan:Surface color shade	Dark	P-Plan:Partition height for manager	To the ceiling
C-Plan:Lighting luminance ratio	2.00	P-Plan:Partition height for support staff	No height
C-Plan:Natural lighting amount	Some natural light	P-Plan:Partition height for worker	To the ceiling
C-Plan:Natural/artificial lighting ratio	0.30	O-Outcome:Individual satisfaction	Medium
C-Plan:Ambient lighting type	Flourescent	C-Outcome:Color scheme aesthetics	Tasteless
Goal comments	*Design for a wide variety of users *Information technology	C-Outcome:Core hardware aesthetics	Tasteless
Plan comments	*All offices have fixed partitions; no modular furniture used except in secretary bays *Central hallway with offices on both sides (managers on outside) *Hodgepodge of furniture systems	C-Outcome:Lighting satisfaction	No control over level
Outcome comments	*Not much interaction with workers outside workgroup *Easy to adjust workgroup size	C-Outcome:Lighting satisfaction-artificial	Glare
		C-Outcome:Lighting satisfaction-natural	No control over level

Archie: Funcionament: Jerarquia de conceptes

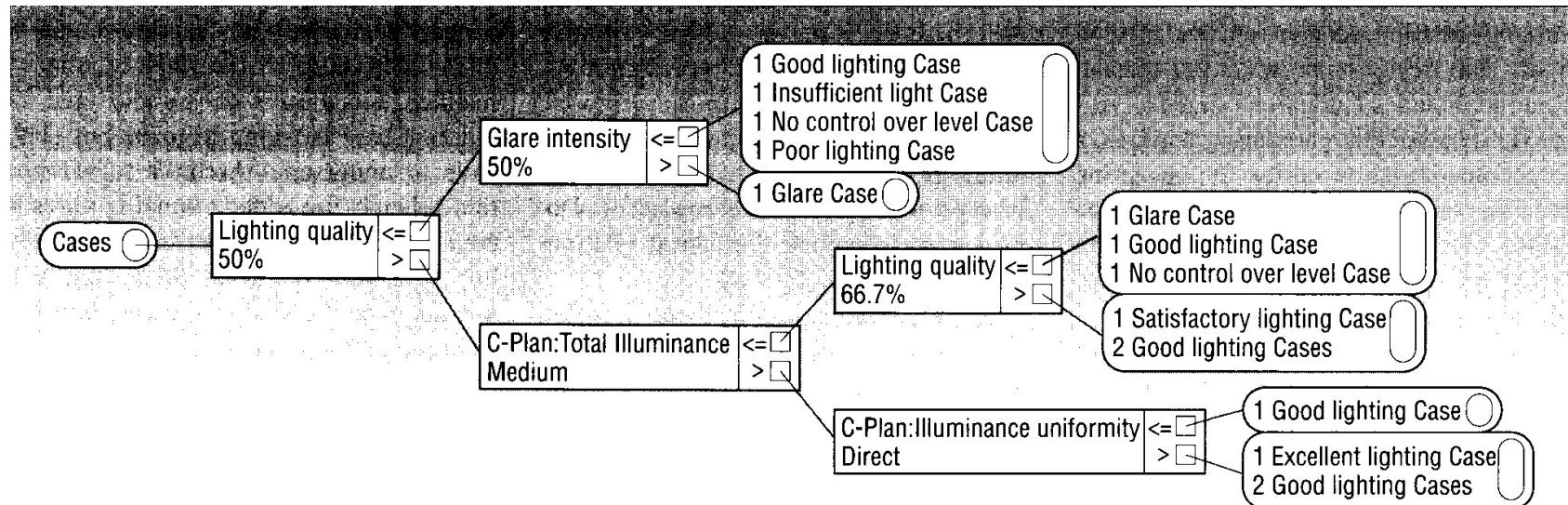




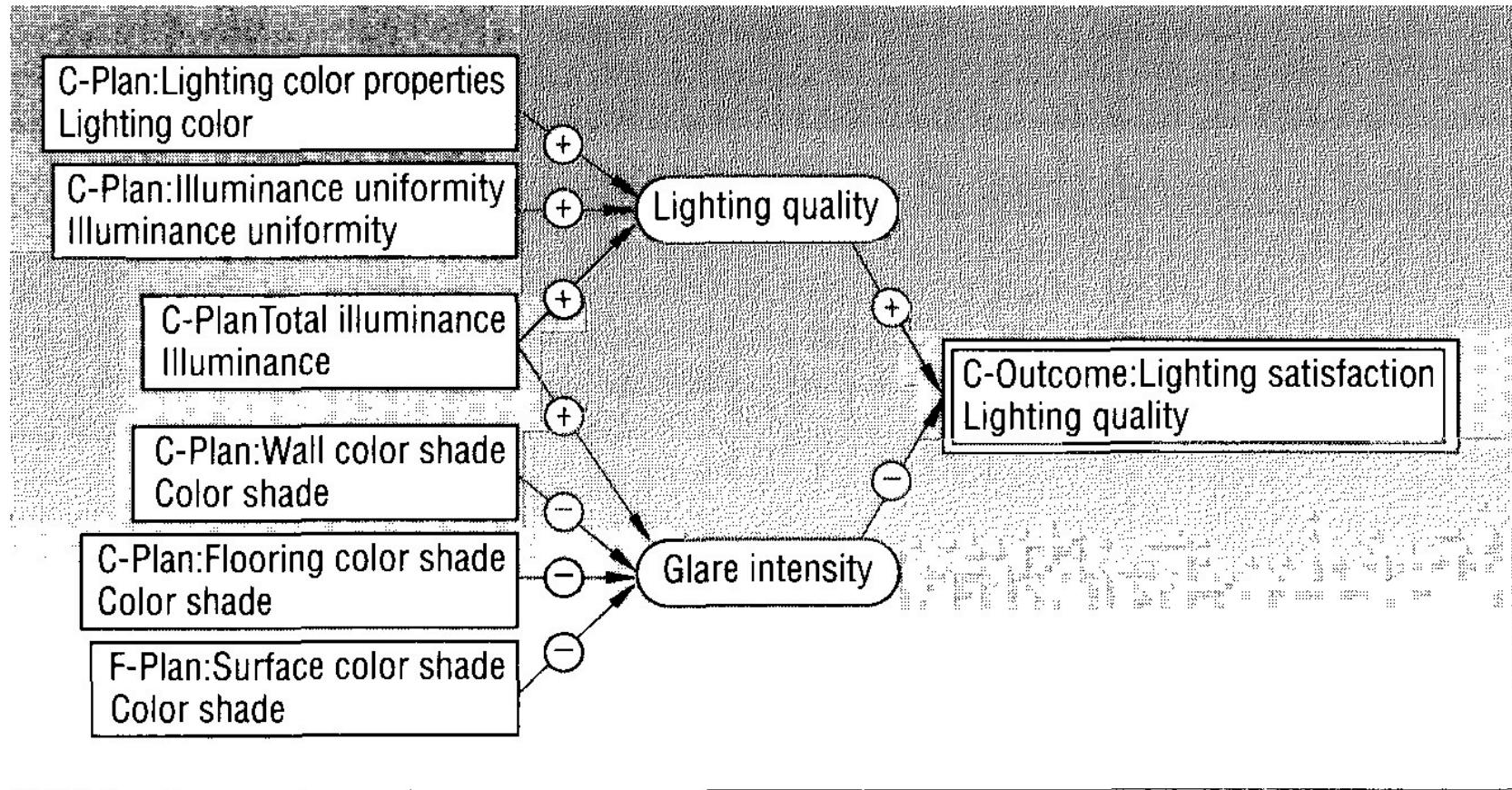
Archie: Funcionament: Recuperació

Dos estratègies:

- cerca per similaritat (nearest neighbour)
- clustering de casos semblants en raó dels models causals



Archie: Funcionament: Models causals





References (1)

- [Aamodt and Plaza, 1994] Aamodt A. and Plaza E. Case-based reasoning: fundamental issues, methodological variations and system approaches. *AI Communications* 7(1):39-59, 1994.
- [Ashley, 1990] Ashley, K. D. (1990). *Modelling legal argument: Reasoning with cases and hypotheticals*. The MIT Press.
- [Bain, 1986] Bain, W. (1986). Case-based reasoning: A computer model of subjective assessment. Ph. D. Dissertation. Dept. of Computer Science. Yale University, 1986.
- [Carbonell, 1986] Carbonell, Jaime G., Derivational analogy: a theory of reconstructive problem solving and expertise acquisition. *Machine Learning* 2, 1986.
- [Goel & Chandrasekaran, 1992] Goel, A., & Chandrasekaran, B. (1992). Case-based design: A task analysis. In C. Tong & D. Sriram (Eds.), *Artificial Intelligence approaches to engineering design* (Vol. 2.: Innovative design). Academic Press.
- [Hammond, 1989] Hammond, K. (1989). *Case-based planning: Viewing planning as a memory task*. Academic Press.
- [Hennessy & Hinkle, 1992] Hennessy, D., & Hinkle, D. (1992). Applying case-based reasoning to autoclave loading. *IEEE Expert* 7(5):21–26.
- [Hinrichs, 1992] Hinrichs, T. R. (1992). *Problem solving in open worlds: A case study in design*. Lawrence Erlbaum.



References (2)

- [Kass & Leake, 1988] Kass, A. M., & Leake, D. B. (1988). Case-based reasoning applied to constructing explanations. In Proc. of DARPA Workshop on Case-Based Reasoning (1988), pp. 190–208.
- [Kolodner, 1993] Kolodner, J. L. (1993). Case-Based Reasoning. Morgan Kaufmann.
- [Kolodner & Simpson, 1989] Kolodner, J. L., & Simpson, R. L. (1989). The MEDIATOR: Analysis of an early case-based problem solver. Cognitive Science 13(4):507–549.
- [Koton, 1989] Koton, P. (1989). Using experience in learning and problem solving. Ph. D. dissertation. Dept. of Computer Science.
- [Pearce et al., 1992] Pearce, M., Goel, A. K., Kolodner, I. L., Zimring, C., Sentosa, L., & Billington, R. (1992). Case-based design support: A case study in architectural design. IEEE Expert 7(5):14-20.
- [Riesbeck & Schank, 1989] Riesbeck, C. K., & Schank, R. S. (1989). Inside Case-Based Reasoning. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- [Schank, 1982] Schank, R. C. (1982). Dynamic memory: A theory of learning in computers and people. Cambridge University Press.
- [Schank & Abelson, 1977] Schank, R., & Abelson, R. (1977). Scripts, plans, goals and understanding. Lawrence Erlbaum.



References (3)

- [Shinn, 1988] Shinn, H. S. (1988). Abstractional analogy: A model of analogical reasoning. In Proc. of DARPA Workshop on Case-Based Reasoning (1988), pp. 370–387.



Intelligent Data Science and Artificial Intelligence (IDEAI-UPC)

Miquel Sàncchez-Marrè
miquel@cs.upc.edu



Knowledge Engineering and Machine Learning Group
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

<https://kemlg.upc.edu>