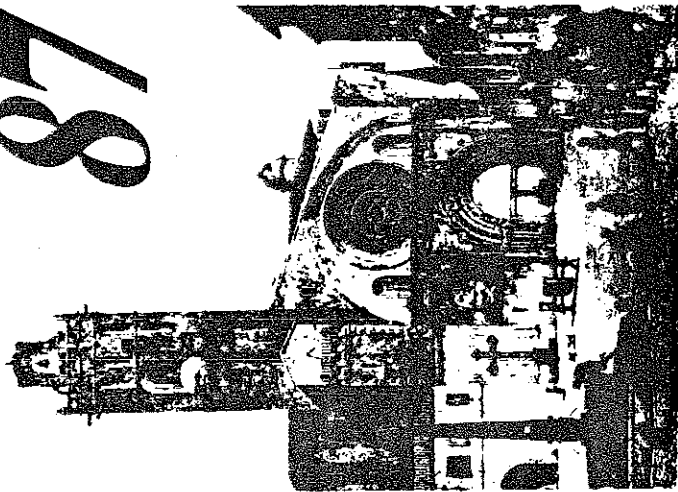


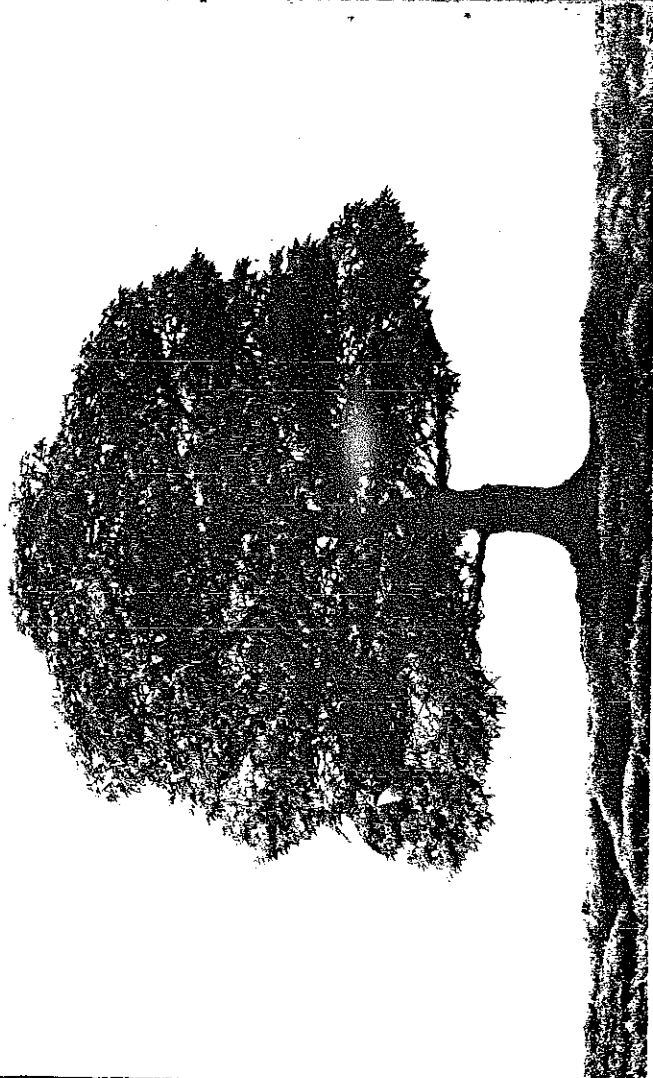
IA/SANTÉ

87



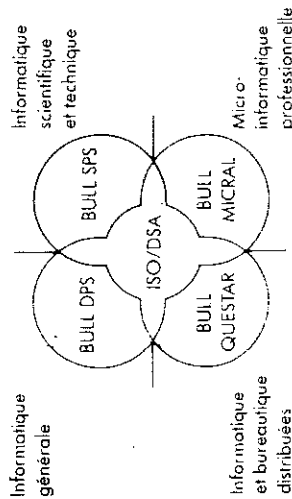
2, 3 octobre 1987
Toulouse

**Colloque
associé au
SITEF :
Intelligence Artificielle
et Santé**



L'ARBRE DE COMMUNICATION DANS VOTRE HOPITAL.

Pour l'amélioration de la gestion et du contrôle du coût des soins, BULL, un des tout premiers constructeurs d'informatique et de bureautique européens, propose des solutions globales de gestion des établissements hospitaliers, articulées autour de quatre grandes familles de produits.



ISO/DSA, DPS, SPS, QUESTAR, MICRAL, BULL IPB

Ces solutions facilitent la communication des informations entre les services : communication entre centres de gestion, unités de soins et plateau technique, communication des unités de soins entre elles, communication entre établissements, vidéotex.

Ainsi, le programme BlueGreen* offre des solutions en matière d'information et de communication intégrant informatique, télématique et bureautique, et permet à des systèmes d'origines diverses de coexister et de communiquer entre eux au sein de l'hôpital comme à l'extérieur. BULL. L'arbre de communication.

**Pour tous renseignements, s'adresser à BULL
Filière Nationale Santé : S. de Bonny -
Tél. : 16 (1) 39.02.45.54, ou J.-P. Jalliet -
Tél. : 16 (1) 39.02.43.82.**

* BlueGreen est une marque déposée par le Groupe BULL.



MILORD-PNEUMONIA UN OUTIL ET UNE APPLICATION EN MEDECINE

R. LOPEZ DE MANTARAS*, F. SANZ*, C. SIERRA*, A. VERDAGUER*

* Centre d'Estudis Avançats
Cami de Santa Bàrbara s/n
17300 Blanes, Girona, Espagne

* Institut Municipal d'Investigacions Mèdiques
Hospital del Mar
Barcelona, Espagne

0- INTRODUCTION

MILORD est un outil pour la construction de systèmes experts avec raisonnement incertain. L'incertitude est exprimée en termes linguistiques définis par l'expert. MILORD permet de calculer hors-ligne les opérations ET, OU et IMPLICATION pour chaque paire de termes linguistiques et ceci pour trois différents modèles de ces connectifs. MILORD permet aussi de traiter le raisonnement non-monotone dans le cadre du raisonnement incertain. MILORD a servi au développement du Système PNEUMON-IA pour le diagnostic de pneumonies.

1- L'ORGANISATION DE LA CONNAISSANCE DANS MILORD

1.1- Les objets de base

MILORD contient cinq types d'objets : les faits, les règles, les metarègles, les modules et les contextes. Les faits sont de types divers, selon leur possible valeur, ainsi on a des faits booléens, des faits flous, des faits numériques et des faits qui prennent leur valeur dans un ensemble fini (ordre 0+).

Les règles et metarègles sont les composants des modules, chaque règle ou metarègle est composée d'un ensemble de conditions groupées par le connectif "ET" et d'une conclusion. Chaque règle ou metarègle est associée à un degré linguistique de certitude. Il y a deux types de metarègles : celles qui s'appliquent à des règles et qui gèrent l'applicabilité des règles dans un module.

Les modules groupent des règles suivant certains critères même conclusion, certaines conditions en commun etc. Par exemple, dans notre application en médecine, chaque module rassemble les règles qui concluent le même diagnostic ou le même traitement.

Recherche financée par les contrats : CSIC/CAICYT #836 and FISS.

Les contextes forment une partition de la base de connaissances de telle façon que chacun est spécialisé dans une tâche. Dans l'exemple de la médecine un contexte contient les règles de diagnostic, un autre contexte contient les règles de traitement et un troisième contexte contient les règles relatives aux complications.

2-COMPIATION DE LA BASE DE CONNAISSANCES

Dans MILORD, les faits et les règles ont une représentation externe facilement lisible et une représentation interne obtenue par compilation qui utilise la structure de données "DEFSTRUCT" du Common-Lisp. Cette représentation interne contient des informations qui ne sont pas contenues dans la structure externe comme par exemple l'information contextuelle, références croisées, inclusions et sous-implémentations entre règles, et l'information de contrôle pour rendre le système plus rapide. Les exemples suivants montrent ces structures.

```

#RULE      #B      #NAME      #MODULE      #IF
PNEUMONIA R01014
BAGT-ATIP (C-APNEU
(NO EX)
(NO DEREGATED))
(CONCLUDE ATP)
MODERATELY POSSIBLE
NIL
NIL
NIL

THEN
:VALUE
:APPLIED
:EX-F-CUT
:EX-O-CUT

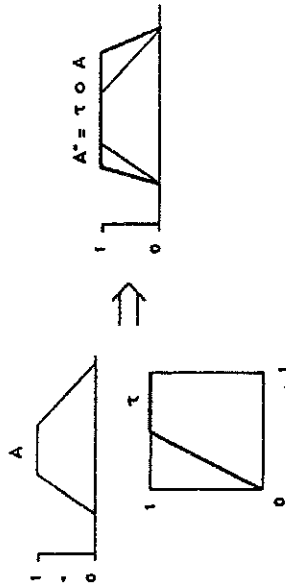
#FACT      #C      #NAME      #MODULE      #QUESTION      #LONG-NAME      #RULES      #PREMISE-OF      #VALUE-TYPE      #VALUE      #ANSWERS
PNEUMONIA PNEUMONIA
LOBAR PATTERN (PNEUMONIA)
"Has the pneumonia a lobar pattern in the X-ray?"
NIL
NIL
(R10058 R02022)
FUZZY
NIL
(IMPOSSIBLE,ALMOST-IMPOSSIBLE
SLIGHTLY-POSSIBLE,MODERATELY-POSSIBLE
POSSIBLE,QUITE-POSSIBLE,VERY-POSSIBLE
ALMOST-SURE SURE)
NIL
NO
NIL
NIL
NIL
NIL
NIL
NIL
DEDUCIBLE
:OUT
:USED-RULES
:EXP-C-CUT
:EXP-I-CUT

```

3-LE RAISONNEMENT INCERTAIN

MILORD permet de traiter l'incertitude exprimée par moyen de termes linguistiques définis par l'expert. La représentation interne (sémantique) de ces termes est réalisée par des fonctions appelées "fuzzy labels". (1) Un fuzzy label est une fonction $f: [0,1] \rightarrow [0,1]$ telle que la proposition "(X est A) est t" est équivalente à "X est A'" avec $A' = t \cdot A$.

dans le sens de la composition de fonctions usuelle. La figure suivante en donne un exemple:



Dans ce sens, un "fuzzy label" peut être interprété comme un modificateur linguistique de l'affirmation "X est A".

Suivant les travaux de Baldwin, dans MILORD nous avons défini les opérations suivantes (1) entre les "fuzzy labels":

- Composition
- Compatibilité
- conjonction
- Disjonction
- Négation
- Inférence (Modus Ponens)

L'opération d'inférence est aussi basée sur la règle d'inférence compositionnelle modifiée de Valverde-Trillas (5). le schéma basique d'inférence est

[SI (X est A) ALORS (Y est B)] est t_1
 (X est A) est t_2 .

(Y est B) est $t_3 = \text{INFERR}(t_1, t_2)$

$$\text{ou } t_3(y) = \text{Sup} \{ m_1(t_2(x), t_1((x,y))) / x \in [0,1] \}, y \in [0,1]$$

$f(x,y)$ est la fonction d'implication choisie pour représenter la règle, et m_1 est la fonction génératrice de modus ponens correspondante (5)

Nous avons généralisé cette formulation pour permettre de traiter des règles dont les conditions et la conclusion puissent aussi contenir des modificateurs linguistiques au sujet de leur certitude. Ainsi, le processus d'inférence est le suivant

{S} ((X est A) est t_1) ALORS ((Y est B) est t_2) est t_3
 (X est A) est t_4

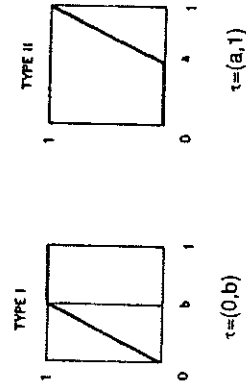
$$(Y \text{ est } B) \text{ est } t_5 = (\text{INFER}(t_3, t_1, 4)) \cdot t_2$$

c'est-à-dire

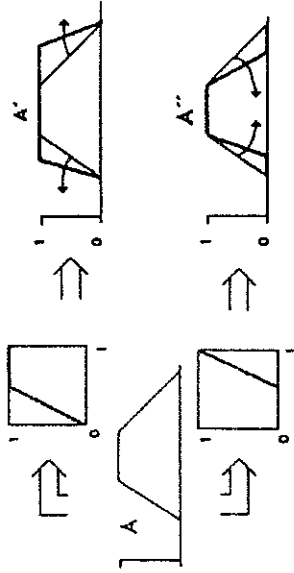
- 1) On calcule la compatibilité $t_{1,4}$ entre t_1 et t_4
- 2) On applique la règle compositionnelle d'inférence à $t_{1,4}$ et t_3 et on obtient $\text{INFER}(t_3, t_{1,4})$
- 3) On compose $\text{INFER}(t_3, t_{1,4})$ avec t_2 pour obtenir t_5

4-SELECTION D'UNE FAMILLE DE FUZZY LABELS

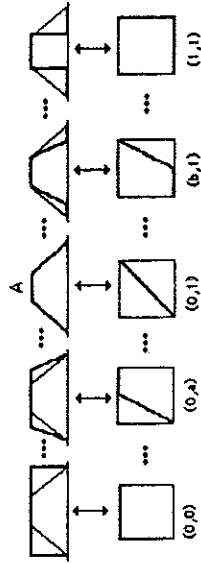
Nous avons choisi une représentation simple moyennant deux paramètres, c'est-à-dire $t = (a,b)$ ou soit $a=0$ ou $b=1$ ce qui conduit aux deux types suivants de labels:



Ces deux types de labels produisent deux types de transformations :



ceci veut dire que le type I diminue la certitude de la prémisse "X est A", tandis que le type II augmente la certitude. ceci permet de définir un ensemble de fuzzy labels représenté par un ensemble ordonné de fonctions comme montre la figure suivante :



Dans notre application, PNEUMON-IA, au diagnostic de pneumonies nous utilisons l'ensemble de labels suivant.

- t_1 : IMPOSSIBLE (0,0)
- t_2 : ALMOST-IMPOSSIBLE (0,0.05)
- t_3 : SLIGHTLY-POSSIBLE (0,0.1)
- t_4 : MODERATELY-POSSIBLE (0,0.65)
- t_5 : POSSIBLE (0,1)
- t_6 : QUITE-POSSIBLE (0.35,1)
- t_7 : VERY-POSSIBLE (0.9,1)
- t_8 : ALMOST-SURE (0.95,1)
- t_9 : SURE (1,1)

Etapes de l'inférence

- a) Compatibility between 1) and 1') gives : *moderately possible*
- b) Compatibility between 2) and 2') gives : *almost sure*
- c) Negation of 3' (no aspiration) is (not slightly possible) i.e. *very possible*
- d) compatibility between 3) and c) gives : *possible*
- e) (a) and b) and d)) gives : *moderately possible*
- f) Inference: e) and the rule value (*possible*) gives : *moderately possible*
- g) Composition between f) and the conclusion label (*quite possible*) gives : *possible*

5-RAISONNEMENT NON-MONOTONE

Supposons que, a un moment donné, MILORD ait déduit le fait "Y est B" avec un degré linguistique de certitude égal a t_B et que, par la suite, une nouvelle information "X est C" apporte des éléments contraires a "Y est B". Alors, il faut déclencher un mécanisme qui puisse modifier (diminuer) la certitude de "Y est B". Ceci peut être réalisé par la présence d'une règle de non-monotonie telle que sa conclusion n'est pas un fait mais une expression relative à la certitude du fait "Y est B" de telle sorte que la combinaison de cette certitude avec t_B donne comme résultat une certitude inférieure à t_B .

i.e. une règle de non-monotonie est :

SI (X est C) ALORS ((certitude_de Yest B) est t^*)

où t^* est un fuzzy label de type I, de telle sorte que $t_B^* = t^* \cdot t_B$ et nous avons $t_B^* < t_B$

Le comportement de ce processus est tel que moins "X est C" est certain, moins le degré de certitude de "Y est B" diminuera.

voilà un exemple de ce processus :

Supposons que le système soit en train d'essayer de valider l'hypothèse Streptococcus et que il n'y a que les deux règles suivantes qui sont applicables

```
R02003 IF 1) Community-acquired pneumonia
          2) Respiratory chronic disease
          3) Bacterial disease
          THEN (Possible)
              Streptococcus pneumoniae
```

```
R02026 IF 1) Community-acquired pneumonia
          2) Pleuresy
          3) Grampositive coccus in pairs or strings
          THEN (very possible)
              Streptococcus pneumoniae
```

Son application donne comme résultat que Streptococcus est *très possible*. Plus tard, l'observation d'une radiographie montre la présence de cavitations et ceci est contraire a l'hypothèse des Streptococcus mais dans cette situation la règle suivante est appliquée :

```
R02034 IF 1) Streptococcus Pneumoniae la quite possible
          2) X-Ray-cavitations
          THEN (Sure)
              The certainty of Streptococcus Pneumoniae is
              moderately possible
```

Cette règle fait que le degré de certitude final pour Streptococcus est *modérément possible*.

7-CONCLUSIONS

Dans cet article nous avons brièvement décrit le système MILORD et nous avons utilisé comme exemple une application au diagnostic de pneumonies. Nous avons insisté sur la gestion de l'incertitude exprimée par des termes linguistiques choisis par l'expert. Pendant l'utilisation normale de MILORD, la propagation et combinaison d'incertitude est réalisée de façon très efficace par des accès à des matrices préalablement calculées. Nous n'avons pas parlé des techniques utilisées pour réduire la recherche dans l'arbre ET/OU des règles (voir (3) pour des détails).

Dans son état actuel, l'application PNEUMON-IA contient 505 règles, 50 métarègles, 17 modules et 220 faits. Ceci couvre plus du 95% des diagnostics de pneumonies extrahospitalières. Le contexte du traitement est déjà en cours de développement. Le contexte des applications sera développé après pour la construction du contexte du traitement on utilise un système d'aide à l'acquisition des connaissances développé dans notre groupe (4).

MILORD est implémenté en Common-Lisp dans un DEC VAX-11/785

REFERENCES

- 1) Baldwin, J.F. (1979). A New Approach to Approximate Reasoning using Fuzzy Logic. *Int. J. Fuzzy Sets and Systems*, 2, pp. 309-325
- 2) Dubois, D. & Prade, H. (1985). *Théorie de Possibilités*, Masson.
- 3) Godo, L., López de Mantaras, R., Sierra, C., Verdaguier, A. (1987). Managing Linguistically Expressed Uncertainty in MILORD. AVIGNON'87. *Int. Conf. on Expert Systems*.
- 4) Plaza, E. & Lopez de Mantaras, R. (1987). EAR: A System for Acquiring and Structuring Knowledge. To appear in *Machine and Human Learning* (Y. Kodratoff ed), Michael Morgan Ltd. (in press).
- 5) Valverde, L. & Trillas, E. (1985). On Modus Ponens in Fuzzy Logic. *15th Int. Symp. on Multiple-Valued Logics*, Kingston, Canada.

SYSTEMES EXPERTS ET EXPLORATIONS FONCTIONNELLES

PRESIDENTS : Pr GUIRAUD-CHAUMEIL - M^r RENJUN

RAPPORTEUR : Pr DEMONGEOT